

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ- REITORIA DE PESQUISA E PÓS- GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS NATURAIS

REMOÇÃO E DESTINO DE SEMENTES DE *Carapa guianensis* AUBL. (MELIACEAE)
E *Bertholletia excelsa* BONPL. (LECYTHIDACEAE) NO SUDOESTE DO ESTADO
DO ACRE, BRASIL.

ANA CLÁUDIA COSTA DA SILVA

RIO BRANCO - AC

2009

ANA CLÁUDIA COSTA DA SILVA

**REMOÇÃO E DESTINO DE SEMENTES DE *Carapa guianensis* AUBL.
(MELIACEAE) E *Bertholletia excelsa* BONPL. (LECYTHIDACEAE) NO SUDOESTE
DO ESTADO DO ACRE, BRASIL.**

Orientador: Dra. Lúcia Helena de Oliveira Wadt

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de
Recursos Naturais da Universidade Federal do
Acre, como requisito para a obtenção do título de
Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais.**

RIO BRANCO - AC

2009

Àquele que esteve comigo em todas as horas de minha vida e que jamais me deixou desistir por mais difíceis e dolorosas que fossem as batalhas: **Deus**.

À minha família: Maria das Graças Pereira da Costa (Genitora)

Maria Valquíria e Lauro Leonardo (Avós)

Elton Sobrinho da Silva (Esposo)

Raimunda Vieira do Nascimento (Tia)

Evaldo, Emília e Edilcilene (Irmãos)

Keven, Karinny e Davi (Meus sobrinhos lindos)

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Acre – UFAC pela criação deste mestrado e ao Programa de Pós Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais pelo apoio e incentivo.

À Embrapa Acre pelo apoio logístico, humano e pelo excelente tratamento que a mim foi concedido.

À Universidade da Flórida pelo apoio financeiro.

A minha orientadora Dr^a. Lúcia Helena de Oliveira Wadt pelo apoio, orientação, carinho e pelo seu excelente profissionalismo.

A Prof^a. Dr^a. Karina Martins pelos ensinamentos.

Às pesquisadoras da Embrapa Acre Dr^a. Maria Clideana Cabral Maia e Dr^a. Alrenir Maria Pereira Lunz pelos conselhos e incentivos.

Ao professor da UFAC Dr. Armando Muniz Calouro pelos momentos que se dedicou a me ensinar e cujo caráter e ética moral e profissional sempre foram motivos para que eu viesse me espelhar.

À minha amiga e estudante de doutorado da Flórida Christie Klimas pela paciência e ajuda nos cálculos estatísticos.

À pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental Dr^a. Márcia Motta Maués pelas sugestões e envio de material bibliográfico.

Aos técnicos de campo da Embrapa - AC, em especial ao Antoninho Izidoro Petik, Aldeci da Silva Oliveira e Manoel Freire Correia pela ajuda prestada durante a realização deste trabalho.

As minhas colegas Valéria Rigamonte Azevedo, Liliam Maria da Silva Lima e Gabriela Moncada por compartilharem comigo seus sorrisos em meio as minhas brincadeiras e devaneios.

Aos meus colegas de mestrado Adimar Amaral, Paula Ribeiro e Ney Haas pela força e constantes incentivos.

Ao Senhor José Américo de Souza Gaia, comandante do Batalhão de Operações Especiais do Estado do Acre – BOPE pela singular compreensão da importância que este curso de mestrado representava para minha vida, não medindo esforços em limitar minha jornada de trabalho em detrimento de minha conquista pessoal.

Ao Seu Valderi, sua esposa Alzanira e seus filhos, no Seringal Filipinas, pelo acolhimento e ajuda.

Em fim, agradeço a todos que de alguma forma estiveram envolvidos neste trabalho.

“Esforça-te, e tem bom ânimo; não pases, nem te espantes; porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares.”

Josué 1.9

RESUMO

Devido às perdas ocasionadas aos ecossistemas florestais amazônicos, a preocupação com a recuperação/restauração das áreas desmatadas ou sobre pressão de uso exige o máximo de conhecimento a respeito das interações planta-animal, pois o alto grau de interação biótica pode potencializar a diversidade das espécies envolvidas, contribuindo para a rápida restauração do ambiente e estabelecimento de novos indivíduos, bem como sua permanência dentro das comunidades vegetais. Essas interações tornaram-se tão evidentes que cerca de 50 a 90% das espécies arbóreo-arbustivas dependem da fauna para terem seus frutos dispersos, porém o destino que é dado a essas sementes após a dispersão primária ainda é um assunto que necessita ser melhor estudado. Os trabalhos que focam na dispersão de sementes geralmente tratam das síndromes de dispersão sem se preocuparem com o destino dado às sementes. Esse estudo buscou informações sobre remoção e destino das sementes, bem como a caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores, através de armadilhas fotográficas, de duas espécies arbóreas florestais com potencial não-madeireiro e com características muito semelhantes na síndrome de dispersão: *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) e *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae). A coleta de dados de *C. guianensis* foi realizada na Reserva Florestal da Embrapa Acre, município de Rio Branco, AC e a de *B. excelsa* foi realizada no Seringal Filipinas, na Resex Chico Mendes, Epitaciolândia, AC. Foi realizado um experimento para avaliar o efeito da época de oferta e escassez de frutos de ambas espécies na remoção e no destino de suas sementes. Para *C. guianensis*, além do efeito da época também foram analisados os efeitos de ambiente (ocasionalmente inundado e terra firme). Para cada época e espécie foi utilizado um total de 400 sementes, sendo que para *C. guianensis* esse valor foi dividido entre os ambientes (200 sementes/ambiente). Cada uma das espécies teve 20 indivíduos selecionados ao acaso, onde foram instaladas as parcelas com 20 sementes marcadas com linha de nylon e etiquetas de identificação a uma distância de 10 m da base do tronco. Para *C. Guianensis* o monitoramento das sementes foi feito semanalmente durante o período de 4 semanas e para *B. Excelsa*, o monitoramento foi diário pelo período de oito dias. Armadilhas fotográficas foram posicionadas em algumas parcelas para capturar imagens dos possíveis dispersores/predadores. Foram atribuídos cinco destinos diferentes para as sementes: sementes predadas; enterradas; sobre as folhas; perdidas (com e sem o fio de nylon); e sementes intactas. Todas as sementes removidas e encontradas a uma distância de até 15 m do centro da parcela tiveram suas distâncias de remoção mensuradas. A remoção de sementes de *C. guianensis* foi mais intensa e mais rápida na época em que seus frutos estavam escassos. O ambiente foi significativo apenas na época de oferta de frutos, em que a remoção foi maior na terra firme. A distância de remoção das sementes foi relativamente curta e não houve influência da época de frutificação. A predação das sementes foi maior na época de escassez de frutos, com 48% das sementes predadas enquanto na época de oferta, apenas 1,5% das sementes foram predadas. O principal destino das sementes na época de oferta foi a permanência das mesmas intactas nas parcelas, enquanto que na época de escassez o principal destino foi a predação nas parcelas. Considerando os ambientes dentro de época, foi observado maior ação da fauna na terra firme do que no

ambiente ocasionalmente inundado, especialmente em relação à predação. Na área do estudo a remoção das sementes de *C. guianensis* esteve associada à presença de cutiaras (*Myoprocta pratti*), cutias (*Dasyprocta fuliginosa*), tatus, pacas (*Cuniculus paca*), quatis (*Nasua nasua*) e ratos (*Proechimys* spp.), não sendo possível observar uma dependência direta dos dispersores/predadores com as sementes de andiroba nos ambientes estudados, pois a maioria das sementes permaneceu intacta nas parcelas. A remoção das sementes de *B. excelsa* ocorreu muito rápida, menos de oito dias, sendo que na época de oferta de frutos de *B. excelsa* essa remoção foi mais rápida que na época de escassez. A maioria das sementes removidas teve o fio de nylon cortado, inviabilizando conhecer o destino das mesmas. A distância média de remoção das sementes encontradas foi pequena, menor que 5 m. Houve maior predação das sementes na época de escassez de frutos. O principal destino das sementes removidas e encontradas foi o enterramento, sendo que na época de escassez houve a maior percentagem de sementes enterradas. A armadilha fotográfica registrou visitas de ratos, cutias, cutiaras, macacos e um tatu nas parcelas. A recomendação de práticas de manejo sustentável de *B. excelsa* deve levar em consideração a interação dessa espécie com a fauna, pois há uma interdependência entre elas, o que não foi observado para *C. guianensis*.

Palavras-chave: remoção de sementes, destino de sementes, predação de sementes, distância de remoção, dispersores/predadores.

ABSTRACT

Given the losses of the Amazonian forest ecosystems, the concern with the recovery / restoration of deforested areas on or use of pressure requires the most knowledge about the plant-animal interactions, it is believed that the high degree of interaction enhances the biotic diversity the species involved, contributing to the rapid restoration of the environment and establishment of individuals and their permanence within the plant communities. These interactions became so evident that about 50 to 90% of trees and shrub species of wildlife depend for its fruits have dispersed, but the fate that is given to those seeds after the dispersion is still a primary issue that needs to be better studied because the work that focus on the dispersal of seeds generally treat the syndromes of dispersion without worrying about the fate given to seed. This study sought information on removal and fate of seeds, as well as characterization of possible dispersal agents / predators by traps photographs of two forest tree species with potential non-timber and with very similar characteristics in dispersion syndrome: *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) and *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae). The data collection of *C. guianensis* was held in Forest Reserve of Embrapa Acre, Rio Branco, AC and of *B. excelsa* rubber tree was held in Philippines in Resex Chico Mendes, Epitaciolândia, AC. An experiment was conducted to evaluate the effect of time of supply and scarcity of fruits of both species on removal and the fate of seeds. For *C. guianensis*, beyond the end of the season was also analyzed the effects of environments (and occasionally flooded land) where the species occurs. For each season and species was used a total of 400 seeds, whereas for *C. guianensis* that value was divided between the environments (200 seeds/ environment). Each species has 20 individuals selected randomly, where the plots were installed with 20 seeds marked with nylon line and labels for identification at a distance of 10 m from the base of the trunk of each of the selected individuals. Photographic traps were placed in some plots to capture the images of potential dispersers / predators. Were assigned to five different destinations seed: seed predation, buried, on the leaves; lost (with and without the nylon yarn), and seeds intact. All the seeds removed and found to a distance of up to 15 m from the center of the plot had their distances measured removal. The removal of seeds of *C. guianensis* was more intense and faster in time when their fruits were scarce. The environment was significant only when the supply of fruits, in which the removal was higher in the land. The distance of seed removal was relatively short and there was no influence of time of fruiting. Predation of seeds was greater at the time of scarcity of fruit, with 48% seed predation while at the time of supply, only 1.5% of seeds were predation. The main purpose of the seed during the offer was to remain intact in the same plots, while in times of scarcity the main destination was the predation plots. Considering the environment in time, we observed increased activity of the fauna in land than in the occasionally flooded environment, especially in relation to predation. In the study of the removal of seeds of *C. guianensis* was associated with presence of Cuties (*Myoprocta pratt*), agoutis (*Dasyprocta fuliginosa*), armadillos, pacas (*Cuniculus paca*), coatis (*Nasua Nasua*) and rats (*Proechimys* spp.), it is not possible to observe a direct dependence of dispersers / predators with seed *C. guianensis* the studied environments, as most seeds remained intact in the plots. The removal of seeds of *B. excelsa*

happened very fast, less than eight days, which at the time of supply of fruits of *B. excelsa* this removal was faster than the time and scarcity. Most seeds were removed from the nylon wire cut, preventing meet the same fate. The average distance of removal of seeds found was small, less than 5 m. There was a higher seed predation during the shortage of fruit. The main destination of the seeds removed and the burial was found, whereas in times of shortage was the highest percentage of seeds buried. A photographic record visits to trap rats, agoutis, cutie, monkeys and an armadillo in the plots. The recommendation of practices of sustainable management of *B. excelsa* should consider the interaction of species with the fauna, because there is interdependence between them.

Keywords: removal of seed, seed destiny, seed predation, distance of removal, dispersers/predators.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I - Remoção e destino de sementes de *Carapa guianensis* Aublt (Meliaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil

Figura 1 -	Sapopemas de <i>C. guianensis</i>	39
Figura 2 -	Indivíduo de <i>C. guianensis</i> com aproximadamente 8 anos em um plantio localizado no campo experimental da Embrapa – Acre.....	40
Figura 3 -	Folhas de <i>C. guianensis</i> na fase adulta (A); jovem (B); disposição dos folíolos paripinados (C); e vestígio de um folíolo terminal (D).....	41
Figura 4 -	Inflorescência (A); flores (B); detalhes da flor feminina (C); e flor masculina de <i>C. guianensis</i> (D).....	41
Figura 5 -	Detalhes do fruto em processo de deiscência com caracterização das valvas (A); do fruto imaturo na panícula axilar (B); e da disposição das sementes no interior do fruto salientando-se as laterais angulares das sementes (C e D) e os resíduos de placenta aderidos (C).....	43
Figura 6 -	Plântula de <i>C. guianensis</i> com detalhes da semente ainda ligada ao tegumento indicada pela seta (A); e da disposição das folhas (composta e paripinada) (B).....	44
Figura 7 -	Localização da Reserva Florestal da Embrapa – Acre.....	56
Figura 8 -	Localização das espécies em cada ambiente dentro da Reserva Florestal da Embrapa – Acre.....	58
Figura 9 -	Desenho amostral da disposição das sementes nas parcelas (a) e foto do fio de nylon preso à semente evidenciando detalhes da etiqueta (b) com o número da parcela (à esquerda da etiqueta) e número da semente (à direita da etiqueta).....	59
Figura 10 -	Armadilha fotográfica analógica utilizada para capturar as imagens dos dispersores/predadores.....	62
Figura 11 -	Média do número de sementes removidas por árvore nas épocas I e II e no ambiente ocasionalmente inundado e de terra firme na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	64
Figura 12 -	Número médio de sementes de andiroba removidas por	65

	árvore em cada ambiente, por época.....	
Figura 13 -	Pecentral acumulado da remoção de sementes nos ambientes acasionalmente inundado e de terra firme nas duas épocas na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa- Acre, Brasil.....	66
Figura 14 -	Percentual acumulado da remoção de sementes nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	66
Figura 15 -	Percentual acumulado da remoção de sementes em cada ambiente na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	67
Figura 16 -	Percentual das sementes em cada destino, para a época I (n=400) e época II (n=400) na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	68
Figura 17 -	Número de sementes removidas por época e destino na área de estudo da Reserva Florestal da embrapa – Acre, Brasil.....	69
Figura 18 -	Predação de sementes por patógenos e vertebrados dentro e fora das parcelas nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa - Acre, Brasil.....	71
Figura 19 -	Predação de sementes por vertebrados (esq.) e fungos (dir.)..	71
Figura 20 -	Predação de sementes por vertebrados na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	72
Figura 21 -	Distância média das sementes removidas e encontradas nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme nas épocas I e II na parea de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	73
Figura 22 -	Imagens das cutiaras (<i>Myoprocta pratti</i>) fotografadas pela armadilha fotográfica na área de estudp da reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	75
Figura 23 -	Imagens das cutias (<i>Dasyoprocta fuliginosa</i>) fotografadas pela armadilha fotográfica na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	76
Figura 24 -	Imagens de tatus rabo chato (á esq.) e rabo de couro (à dir.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	76

Figura 25 -	Imagens da paca (<i>Cuniculus paca</i>) e do quati (<i>Nasua nasua</i>) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	77
Figura 26 -	Imagens dos ratos (<i>Proechimys</i> spp.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	77
Capítulo II - Remoção e destino de sementes de <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl. (Lecythidaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – AC, Brasil		
Figura 1 -	Indivíduos de <i>B. excelsa</i>	100
Figura 2 -	Características morfológicas do fuste (A); da casca (B); da curvatura dos galhos (C); e das folhas (D) de <i>B. excelsa</i>	103
Figura 3 -	Botões e flores de <i>Bertholletia excelsa</i>	104
Figura 4 -	Entrada de uma abelha na flor de <i>B. excelsa</i> para coletar néctar e grãos de pólen.....	105
Figura 5 -	Detalhes do formato do ouriços (A); do pericarpo (B) (seta em vermelho); e da casca que cobre o ouriço.....	108
Figura 6 -	Localização da Reserva Extrativista Chico Mendes em nível de Estado (Acre) e Nação (Brasil), com especificação da área de estudo (RESEX Chico Mendes, Seringal Filipinas, Colocação Rio de Janeiro).....	119
Figura 7 -	Localização das parcelas nas regiões 1 e 2 (Reserva Extrativista Chico Mendes, Seringal Filipinas, Colocação Rio de Janeiro).....	120
Figura 8 -	Desenho amostral da disposição das sementes nas parcelas (a) e foto do fio de nylon preso à semente (b).....	121
Figura 9 -	Armadilha fotográfica analógica para capturar as imagens dos dispersores/predadores.....	124
Figura 10 -	Percentual acumulado de remoção de sementes de <i>B. excelsa</i> na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia.....	126
Figura 11 -	Destino das sementes de <i>B. excelsa</i> removidas na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	127
Figura 12 -	Número de sementes perdidas com fio e sem fio nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Extrativista Chico	128

	Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	
Figura 13 -	Restos das sementes que foram predadas por vertebrados....	129
Figura 14 -	Percentagem de sementes predadas por vertebrados dentro e fora das parcelas nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	129
Figura 15 -	Imagens das cutiaras (<i>Myoprocta pratti</i>) fotografadas pela armadilha na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	132
Figura 16 -	Imagens dos ratos (<i>Proechimys</i> spp.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	133
Figura 17 -	Imagens dos ratos fotografados e não identificados, Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	134
Figura 18 -	Cutias fotografadas na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	134
Figura 19 -	Imagens de macacos cairara (<i>Cebus albifrons</i>) fotografados na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – Acre, Brasil.....	135

LISTA DE TABELAS

Capítulo I - Remoção e destino de sementes de *Carapa guianensis* Aublt (Meliaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil

- Tabela 1 - Percentual de sementes em cada destino considerado para as sementes de andiroba, por época e ambiente 69
- Tabela 2 - Porcentagens das sementes encontradas após a remoção em classes de distâncias por época e local 73

Capítulo II - Remoção e destino de sementes de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – AC, Brasil

- Tabela 1 - Percentagem de sementes removidas em classes de distância 130

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	16
ABORDAGEM GERAL SOBRE DISPERSÃO E REMOÇÃO DE SEMENTES	18
O PAPEL DOS "SCATTERHOARDS"	24
REFERÊNCIAS.....	29
Capitulo I - Remoção e destino de sementes de <i>Carapa guianensis</i> Aublt (Meliaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/preadores na Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.....	35
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
1 DESCRIÇÃO GERAL DA ESPÉCIE.....	38
1.1 ASPECTOS FENOLOGICOS.....	47
1.1.1 Fenologia vegetativa.....	47
1.1.2 Fenologia reprodutiva – floração.....	47
1.1.3 Fenologia reprodutiva – frutificação.....	48
1.2 RECURSOS OFERECIDOS PELA ESPÉCIE.....	49
1.3 VIABILIDADE ECOLÓGICA PARA A EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE.....	50
1.4 ASPECTOS DA DISPERSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA.....	50
2 HIPÓTESES.....	54
3 OBJETIVOS.....	54
3.1 OBJETIVO GERAL.....	55
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	55
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
4.1 ÁREA DE ESTUDO.....	56
4.2 DESENHO AMOSTRAL.....	58
4.3 COLETA DE DADOS.....	60
5 ANÁLISE DOS DADOS.....	63
6 RESULTADOS.....	64
6.1 REMOÇÃO DE SEMENTES.....	64
6.2 DESTINO DAS SEMENTES DE <i>C. Guianensis</i>	67
6.3 PREDACÃO.....	70

6.4	DISTÂNCIA DE REMOÇÃO DAS SEMENTES.....	72
6.5	IMAGENS DOS POSSÍVEIS DISPERSORES/PREDADORES CAPTURADOS PELA ARMADILHA FOTOGRÁFICA.....	74
7	DISCUSSÃO.....	78
7.1	REMOÇÃO.....	78
7.2	REMOÇÃO DE SEMENTES NOS PERÍODOS DE OFERTA E DE ESCASSEZ DE FRUTOS DE ANDIROBA.....	79
7.3	DESTINO DAS SEMENTES.....	81
7.4	PREDAÇÃO DAS SEMENTES.....	83
7.5	DISTÂNCIA DAS SEMENTES ENCONTRADAS APÓS A REMOÇÃO	84
7.6	IMAGENS CAPTURADAS PELA ARMADILHA FOTOGRÁFICA.....	84
8	IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO.....	86
	REFERÊNCIAS.....	88
	Capítulo II - Remoção e destino de sementes de <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl. (Lecythidaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia – AC, Brasil.....	97
	RESUMO.....	98
	ABSTRACT.....	99
1	DESCRIÇÃO GERAL DA ESPÉCIE.....	100
1.2	ASPECTOS FENOLÓGICOS.....	104
1.2.1	Fenologia reprodutiva – floração.....	104
1.2.2	Fenologia reprodutiva – frutificação.....	107
1.3	ASPECTOS DA DISPERSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA.....	110
2	HIPÓTESES.....	116
3	OBJETIVOS.....	117
3.1	OBJETIVO GERAL.....	117
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	117
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	118
4.1	ÁREA DE ESTUDO.....	118
4.2	DESENHO AMOSTRAL.....	120
4.3	COLETA DE DADOS.....	122
4.4	ANÁLISE DE DADOS.....	124
5	RESULTADOS.....	126
5.1	REMOÇÃO DE SEMENTES.....	126
5.2	DESTINO DAS SEMENTES.....	127
5.3	PREDAÇÃO.....	128

5.4	DISTÂNCIA DE REMOÇÃO.....	130
5.5	POSSÍVEIS DISPERSORES/PREDADORES DE CASTANHA – DO – BRASIL.....	131
6	DISCUSSÃO.....	136
7	IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO.....	142
	REFERENCIAS.....	145

INTRODUÇÃO GERAL

O desmatamento da floresta amazônica vem ocasionando perdas irreparáveis nos ecossistemas florestais amazônicos. Essa devastação não ocasiona apenas a perda da estrutura física da floresta, mas de suas interações entre o meio biótico e abiótico que, juntos, atuam na manutenção da biodiversidade, na ciclagem de água e no armazenamento de carbono (FEARNSIDE, 1997). Os valores referentes às taxas de desmatamento são constantemente divulgados, porém os valores relacionados aos recursos naturais perdidos em decorrência do desmatamento são desconhecidos (VIERIA et al., 2005). Magalhães e Alencar, já em 1979, destacavam que pesquisas com espécies florestais nativas da Amazônia deveriam ser priorizadas de modo a permitir a reposição adequada do material retirado explorado, evitando o estrangulamento destes recursos.

Face às perdas ocasionadas aos ecossistemas florestais amazônicos, a preocupação com a recuperação/restauração das áreas desmatadas ou sobre pressão de uso exige o máximo de conhecimento a respeito das interações planta-animal, pois se acredita que o alto grau de interação biótica potencializa a diversidade das espécies envolvidas, contribuindo para a rápida restauração do ambiente (REIS; KAGEYAMA, 2003) e estabelecimento dos indivíduos, bem como sua permanência dentro das comunidades vegetais (WIESBAUER et al., 2008).

Ao longo da evolução, as complexas interações entre plantas e animais deram origem a relações mutualísticas imprescindíveis entre esses organismos (VANDER WALL, 2001). Essas interações tornaram-se tão evidentes que cerca de 50 a 90% das espécies arbóreo-arbustivas dependem da fauna para terem seus frutos dispersos (HOWE; SMALLWOOD, 1982; JANSON, 1983; JANZEN, 1983), porém o destino que é dado a essas sementes após a dispersão primária ainda é um assunto que necessita ser melhor estudado, pois os trabalhos que enfocam a dispersão de sementes geralmente tratam das síndromes de dispersão sem se preocuparem com o destino dado às sementes.

Diante desse contexto, o presente trabalho foi conduzido com *Carapa guianensis* Aubl. e *Bertholletia excelsa* Bonpl. para quantificar o número de sementes removidas e seus respectivos destinos em dois períodos do ano, além de capturar imagens dos possíveis dispersores/predadores de ambas espécies.

Essa dissertação é inicialmente composta de duas revisões de literaturas que abordam dois itens, sendo o primeiro a respeito da dispersão de sementes e o segundo sobre a finalidade dos animais “scatterhoards”. Após os itens citados anteriormente, o estudo tem sua continuidade dividida, agora, em dois capítulos, sendo o primeiro voltado exclusivamente para a espécie *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) e o segundo para a espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae), onde cada capítulo abordado contribui com assuntos referentes à remoção e o destino das sementes dessas espécies, enfatizando o número de sementes removidas e o destino dessas sementes no período de oferta e de escassez de frutos de ambas as espécies.

ABORDAGEM GERAL SOBRE DISPERSÃO E REMOÇÃO DE SEMENTES

A dispersão de sementes é o processo pelo qual os diásporos são transportados para longe da planta mãe, propagando-se pela ação de fatores abióticos e/ou bióticos (BEGON et al., 1990; HERRERA, 2002; WALL et al., 2005), constituindo-se num processo ecológico de fundamental importância para a manutenção das populações de espécies vegetais, pois trata-se de um fator determinante para o recrutamento de plântulas, para a distribuição espacial das plantas e para a dinâmica populacional das florestas (JANZEN, 1970; HARPER, 1990; FORGET, 1990; ASQUITH et al., 1999; NATHAN; MULLER-LANDAU, 2000; WENNY, 2000), haja vista que para a maioria das espécies vegetais o deslocamento (locomoção) de sementes é basicamente a única forma de propagação (HARPER, 1990).

O primeiro estágio da dispersão de sementes se inicia com a própria planta matriz, denominada de dispersão primária. A partir desse evento, a semente passa por outros estágios subseqüentes, que envolvem desde a predação da semente, que também pode ocorrer antes da dispersão primária tanto por vertebrados ou por patógenos, até a remoção (dispersão secundária) da mesma por vertebrados ou agentes abióticos como água ou vento.

A ação dos animais frugívoros sobre as plantas vão além da remoção das sementes, pois o resultado final da dispersão dependerá do comportamento alimentar do dispersor e do tratamento que este dará ao fruto (ESTRADA E COATES – ESTRADA, 1984; JORDANO; SCHUPP, 2000).

A disponibilidade de luz sobre as sementes é alterada pelos dispersores secundários e predadores de sementes quando estes removem as sementes de sob a copa da árvore matriz (SCHUPP, 1988). Analisando quais seriam as vantagens advindas do afastamento de sementes do entorno da planta parental, três hipóteses foram sugeridas para explicar as vantagens adaptativas da dispersão de propágulos (HOWE; SMALLWOOD, 1982):

1. Hipótese de Escape - essa hipótese foi proposta inicialmente por Janzen (1970) e Connell (1971) - Hipótese de Janzen-Connell. Essa hipótese admite que distante da árvore parental as sementes terão evitado a competição por água, luz, nutrientes e espaço; a ação de substâncias alelopáticas; o ataque de patógenos; e a predação por vertebrados e insetos. Ao se distanciarem da planta parental as sementes aumentam sua possibilidade de sobrevivência e germinação, pois escapam da predação, que ocorre com maior intensidade quanto maior for a concentração de sementes embaixo da planta (ataque de predadores e patógenos), e evitam a competição da plântula com a própria planta mãe ampliando, com isso, as chances de sobrevivência e estabelecimento de novos indivíduos na população.

Há evidências de que o longo distanciamento da planta parental possa ser um fator limitante para o estabelecimento de novos indivíduos, pois sementes removidas a distâncias muito grandes podem apresentar dificuldades em se estabelecerem em decorrência das especificidades de fatores relacionados ao microhabitat (temperatura, umidade do solo, disponibilidade de nutrientes, entre outros) (LAPENTA, 2006). Além do distanciamento da planta parental, outros fatores podem influenciar no estabelecimento de uma nova planta, ou seja, não basta apenas escapar da competição e da predação é necessário que o local para onde a semente tenha sido direcionada ofereça condições específicas, propiciando um ambiente favorável para o recrutamento de novas populações (JORDANO et al., 2006).

Acredita-se que a complexa estrutura da floresta tropical pode ser explicada através dessa hipótese em virtude da ocorrência rara de algumas espécies (SCHUPP, 1992; CINTRA, 1997).

2. Hipótese da colonização - presume que os habitats se alteram ao longo do tempo e que a planta parental tende a disseminar suas sementes ocupando novas áreas e ampliando sua área de ocorrência, sendo que algumas sementes podem encontrar uma situação favorável logo após a disseminação e outras podem esperar no solo até que a queda de uma árvore, o fogo ou outro distúrbio possibilitem a

germinação e conseqüentemente o seu estabelecimento (HOWE; SMALLWOOD, 1982; AUGSPURGER, 1984a; HOWE, 1986).

3. Hipótese da dispersão direcionada - admite que os agentes dispersores removam as sementes a micro-sítios adequados para germinação e estabelecimento. Geralmente são espécies que requerem condições edáficas não usuais, cujas relações com o dispersor não constituem um fenômeno especializado como se observa na dispersão por aves e mamíferos. Essa hipótese é mais fortemente observada na mirmecocoria (VAN DER PIJL, 1982), que é a dispersão de sementes por formigas, onde as sementes são depositadas diretamente sobre os seus ninhos ou levadas para debaixo de folhas e galhos, evitando o ataque do ninho por predadores de sementes (PETERNELLI et al., 2004).

Essas hipóteses não são fáceis de serem testadas, principalmente por não serem exclusivas. Um exemplo disso é a mortalidade de plântulas sob a copa da planta parental que admite a Hipótese de Escape, mas não exclui a possibilidade que plântulas necessitam de clareiras para o crescimento. Cada vantagem admitida nas hipóteses de escape, colonização e dispersão direcionada tem sua importância relativa e não uma vantagem exclusiva de uma hipótese.

As sementes apresentam dois ciclos de vida ecologicamente distintos, sendo o primeiro ciclo a fase sésil (indivíduo) e o segundo ciclo a fase de dispersão, onde o recrutamento de novos indivíduos é uma conseqüência da interação entre essas duas fases (ERIKSSON; EHRLÉN, 1992). O recrutamento não implica apenas na inserção de novos indivíduos, mas também na variabilidade genética das populações (JORDANO et al., 2006).

Além da dispersão a polinização também é um evento crítico no estabelecimento de novos indivíduos por afetar o sucesso reprodutivo das plantas e a interação entre esses e a fauna (SILVA; TABARELLI, 2000), pois garantem a movimentação das plantas no espaço e proporcionam o fluxo gênico entre as populações (SILVERTOWN, 1987). Falhas que venham a ocorrer entre os fatores que antecedem a dispersão de

sementes, tais como: polinização ineficiente; conflitos de alocação de recursos; predação de flores; e predação pré-dispersão dos frutos e sementes são causas que afetam diretamente a limitação da fonte e, conseqüentemente, o desempenho dos dispersores durante o processo de dispersão secundária ou pós-dispersão (JORDANO et al., 2006). Geralmente os maiores índices de predação estão associados a baixa disponibilidade de frutos, pois um frugívoro dispersor pode atuar também como predador quando houver uma baixa na produção de frutos (JANZEN, 1971; GAUTIER-HION et al., 1993).

Os animais não são os únicos responsáveis pela movimentação das sementes, fatores abióticos como a água e o vento também são importantes dispersores (VANDER WALL et al., 2005). Acredita-se que cerca de 30% das famílias de angiosperma possuam frutos adaptados para dispersão biótica e outras 22% para dispersão biótica e abiótica (TIFFNEY; MAZER, 1995).

Van der Pijl (1982) caracterizou três vetores de dispersão: autocoria (dispersão realizada pela própria planta); alocria (dispersão por fatores bióticos e abióticos) e atelocoria (dispersão inibida pela própria planta). Baseando-se nesses vetores o autor propôs as seguintes síndromes de dispersão:

- A) Anemocoria - dispersão pelo vento;
- B) Hidrocória - dispersão pela água;
- C) Autocoria - dispersão realizada pela própria planta;
- D) Barocoria - dispersão ocasionada pelo próprio peso dos frutos (ação da gravidade); e
- E) Zoocoria - dispersão efetuada por animais

Dentro da zoocoria há uma forma de dispersão denominada zoogeocoria que é uma via de dispersão característica de mamíferos caviomorfos, que desenvolvem um importante papel na dispersão de propágulos por vertebrados, pois carregam, espalham e enterram sementes pela floresta (FORGET, 1990; FORGET; MILLERON, 1991).

As características morfológicas, qualidade, disponibilidade e distribuição espacial e temporal dos frutos desempenham um papel importante na interação mutualística entre planta e animal (STEVENSON, 2004; HANYA et al., 2005; JORDANO, 2007). Especializações na dieta dos vertebrados têm sido correlacionadas com a riqueza energética da polpa; tamanho da semente; morfologia do fruto; coloração do fruto; fenologia do fruto; posição do fruto na copa; e com a taxonomia da planta. Essas especializações indicam que os frugívoros exercem uma forte pressão seletiva em detrimento da preferência alimentar (CHARLES-DOMINIQUE, 1993).

Conforme a quantidade de frutos que ingerem os frugívoros podem ser especialistas ou generalistas. Os frugívoros especialistas são aqueles que se alimentam exclusivamente de frutos, enquanto que os generalistas são meros oportunistas (FLEMING et al., 1993).

A distinção entre o comportamento alimentar de um frugívoro especialista e um frugívoro generalista implica diretamente na quantidade de frutos removidos, na distância de dispersão e no local onde a semente será depositada.

Para garantir uma boa dispersão e efetivo recrutamento de novos indivíduos as plantas apresentam diferentes estratégias fenológicas, seja pela frutificação abundante por um curto período de tempo ou pela maturação gradativa de poucos frutos por dia durante um longo período (FLEMING, 1979). Geralmente as árvores com sistema de dispersão adaptada a dispersores especializados produzem poucos frutos com elevado valor nutricional, ao passo que as árvores com sistemas de dispersão generalistas produzem frutos com baixo valor nutricional (FLEMING et al., 1993). A adaptação dos frutos aos seus agentes dispersores não é um acontecimento momentâneo, mas sim um processo de co-evolução intimamente relacionado às irradiações evolutivas das angiospermas em decorrência dos benefícios dos agentes dispersores (FENNER, 1985; RAVEN et al., 2001). Algumas famílias botânicas moldaram as características de seus frutos especificamente aos seus agentes dispersores (JORDANO, 1992).

A contribuição de um agente dispersor efetivo é caracterizada pelo tratamento que este propicia às sementes contribuindo qualitativamente – qualidade do ambiente onde a semente será depositada e quantitativamente – número de visitas feitas à planta e o número de sementes removidas a cada visita (SCHUPP, 1993), porém não se sabe realmente que proporções das sementes secundariamente dispersas são comidas; sobrevivem intactas ou sofrem outros fatores desconhecidos, tornando-se necessário reunir esforços para monitorar a remoção de sementes, seguindo-as até o seu destino final para saber se esta conseguiu germinar e se estabelecer de forma bem sucedida (VANDER WALL et al., 2005). Estudos sobre dispersão secundária e o destino das sementes têm revelado pontos importantes sobre as adaptações de algumas plantas a novas estratégias de dispersão (VANDER WALL; LONGLAND, 2004).

Apesar das incertezas que permeiam a respeito do destino das sementes removidas, uma certeza pode ser evidenciada: o transporte das sementes para locais próximos ou distantes da árvore matriz constitui muito mais vantagens de sobrevivência, pois o afastamento dessas sementes do entorno da planta mãe proporciona maiores vantagens para o estabelecimento e para a sobrevivência de novos indivíduos.

O PAPEL DOS “SCATTERHOARDS”

A proporção de sementes removidas está relacionada com a disponibilidade relativa e absoluta das sementes; com o valor nutricional relativo; e com a disponibilidade de sementes no decorrer dos anos. (SMALLWOOD; PETERS, 1986). Em anos de pouca disponibilidade de alimento todas as sementes de espécies consumíveis são removidas rapidamente, porém nos anos de elevada produção de frutos os animais se concentram nas espécies cuja dieta é a mais preferida (JANSEN; FORGET, 2001).

As estratégias reprodutivas das plantas, no caso a frutificação, aliada a preferência alimentar dos animais é um fator crucial para o forrageamento de certas espécies que se mantêm frugívoras durante todo o ano. Muitos animais enfrentam condições adversas para manterem sua alimentação durante o período de escassez de alimento e, em detrimento dessas condições, alguns animais passaram a armazenar alimentos em “esconderijos” no período de oferta para consumi-los no período de escassez de alimento (MORRIS, 1962).

O comportamento alimentar dos animais que armazenam sementes no período de oferta em diversos esconderijos para uma posterior alimentação em um período de escassez de alimento foi denominado de *scatterhoarding* (MORRIS, 1962). Esse comportamento, que é uma via de dispersão característica dos mamíferos caviomorfos tem sido amplamente estudado por diversos autores que por meio de experimentos puderam comprovar a eficiência dos roedores *scatterhoards* na dispersão de propágulos (FORGET, 1990; 1996; 1999; 2000; VANDER WALL, 1995; 2000; 2002; JANSEN; DEN OUDEN, 2004)

A forte contribuição dos vertebrados *scatterhoards* no recrutamento de plântulas caracteriza-se como um processo de co-evolução adaptativa entre planta e animal. Durante o período de escassez de alimento os *scatterhoards*, principalmente as pacas (*Agouti* sp.); cutias (*Dasyprocta* sp.); e cutiaras (*Myoprocta* sp.) permanecem frugívoras,

diferente de outros vertebrados que divergem totalmente sua dieta em detrimento da escassez de frutos (HENRY, 1999). Pelo fato de permanecerem frugívoras por todo o ano, as pacas e as cutias passam a se alimentar das sementes que haviam enterrado durante a oferta de frutos do período anterior (SMYTHE, 1970, 1978; HENRY, 1999), evidenciando a mútua dependência entre animal e planta, uma vez que o animal necessita da planta para se alimentar e esta necessita do animal para ter suas sementes dispersas (SMYTHE, 1978). Jansen e Forget (2001) salientam que é impossível provar que as plantas tenham evoluído em resposta à interação com os *scatterhoards*, o que pode ser feito é uma avaliação na força e no sentido das pressões seletivas desses animais e nos fatores que impõem estratégias reprodutivas dessas plantas.

A estrutura genética e demográfica de espécies cujas sementes são dispersas por animais estão intimamente relacionadas ao processo de dispersão de sementes (HAMRICK; GODT, 1996). As sementes armazenadas pelos roedores podem contribuir significativamente para a restauração de populações vegetais naturais em áreas fragmentadas através da regeneração natural das sementes depositadas nos “esconderijos” (ZHISHU et al., 2004), pois as sementes enterradas pelos *scatterhoards*, quando não consumidas são beneficiadas por terem maiores chances de sobrevivência e estabelecimento de plântulas (FORGET; VANDER WALL, 2001; WANG et al., 2004).

As sementes armazenadas por pacas e cutias desempenham um papel crucial no ciclo de vida desses animais, pois a disponibilidade de frutos em uma área pode influenciar tanto a diversidade quanto a abundância de animais frugívoros (SUAREZ, 2006), sendo que nos períodos de escassez as comunidades frugívoras são mais fortemente afetadas em sua dieta alimentar (TERBORGH, 1986). A disponibilidade de sementes afeta significativamente a proporção dos alimentos na dieta da cutia (JANSEN; FORGET, 2001). Um estudo conduzido na Guiana Francesa demonstrou que em períodos de pouca disponibilidade de frutos o conteúdo estomacal das cutias contém cerca de 75% de sementes enquanto que em épocas de abundância de frutos essa proporção foi menor (HENRY, 1999). Segundo Jansen e Forget (2001) a tarefa de manter sementes em quantidades suficientes nos depósitos para o período de

escassez é uma condição obrigatória para os roedores e bastante complicada, haja vista que a preferência por sementes não se restringe apenas aos roedores e, além disso, outros animais podem interferir nos esconderijos, ocasionando redução nos depósitos de alimento.

A permanência da mesma dieta nos períodos de pico e de escassez de alimento torna o armazenamento de sementes um processo extremamente relevante para a sobrevivência e reprodução de muitas espécies de roedores (SMYTHE, 1978; HENRY, 1999; STAPANIAN, 1986; VANDER WALL, 1990) e uma constante preocupação com as espécies vegetais e animais que durante o processo de co-evolução moldaram suas condições de sobrevivência a uma interdependência mútua, tornando necessário o gerenciamento sustentado de ecossistemas florestais e das populações animais (JANSEN; ZUIDEMA, 2001).

Ao fazer um experimento de remoção de sementes de *Carapa procera* (Meliaceae) por roedores, na Guiana Francesa, Forget (1996) observou que enquanto havia disponibilidade de frutos da espécie mais apreciada pelos frugívoros, *Licania alba*, os animais não demonstravam nenhum interesse por *C. procera*, porém quando a produção da espécie preferida cessou, os animais passaram a se interessar pelas sementes de *C. procera*, mesmo estas sendo sementes de períodos de produções anteriores e que já estavam em processo de germinação. Neste mesmo estudo foi observado que cerca de 75-100% das sementes (n=600) foram removidas por *scatterhoards* (pacas e cutias) no final da estação chuvosa, ou seja, período em que há decréscimo na oferta de frutos.

Em outro estudo sobre remoção de sementes por roedores, em que sementes de *Vouacapoua americana* foram marcadas com linhas e colocadas no solo, Forget (1990) após fazer a busca pelas sementes detectou que cerca de 70% das sementes haviam sido removidas pelos *scatterhoards*, pois o fato de as sementes estarem marcadas com linhas permitiu que ele as reencontrassem enterradas.

A disponibilidade de alimento não é o único fator que determina a quantidade de sementes enterradas pelos *scatterhoards*, o tempo que esses animais levam para remover as sementes, a energia despendida a cada deslocamento, a disponibilidade de locais adequados ou seguros, as características do ambiente, e a concorrência alimentar com outros frugívoros generalistas são fatores que também influenciam na quantidade de sementes removidas e depositadas nos esconderijos (JANSEN; FORGET, 2001).

A concorrência pelo alimento determina a intensidade da procura, porém a certeza de que o alimento depositado nos esconderijos não será encontrado por outros frugívoros dispersores/predadores não é assegurada. Para evitar a perda de alimento os *scatterhoards* depositam um número reduzido de sementes, geralmente uma semente para cada esconderijo, por depósito e em várias direções, de maneira que o intervalo de tempo gasto para localizar uma semente não compense uma segunda busca (JANSEN; FORGET, 2001).

Os *scatterhoards* geralmente depositam suas sementes nas proximidades de troncos caídos ou de outros objetos como forma de localizar as sementes posteriormente (KILTIE, 1981). Essa estratégia pode indicar que os roedores usam objetos como marco visual para facilitar a localização da semente no período de escassez de alimento (VANDRE WALL, 2000; JANSEN; FORGET, 2001).

A profundidade com que os *scatterhoards* enterram suas sementes está diretamente relacionada ao valor de importância da semente na sua dieta alimentar (VANDER WALL, 1993), pois o tempo despendido na procura de um local ideal para esconder as sementes e o esforço empreendido para depositar a semente a uma profundidade mais segura é recompensado com a redução de perdas das sementes localizadas pelos concorrentes (JANSEN; FORGET, 2001).

Apesar dos esforços em proteger as sementes, é necessário salientar que essa proteção é uma medida de garantir o alimento para os períodos críticos, pois sabe-se que a quantidade de sementes disponíveis aos animais pode variar entre as espécies, o

ambiente e os anos e, além disso, as sementes depositadas não são exclusivas ao animal que as enterrou, outros concorrentes da mesma espécie ou de espécies diferentes podem encontrar as sementes e predá-las (VANDER WALL, 2000).

A contribuição dos *scatterhoards* na manutenção e permanência das florestas é inegável. O simples fato de removerem as sementes do entorno da planta parental, enterrá-las em locais distintos e seguros e até mesmo transportarem sementes já enterradas para outros locais (JANSEN; FORGET, 2001) já constituem situações vantajosas para as plantas, porém outras condições adversas (p.ex. intempéries climáticas) podem interferir nas condições de sobrevivência das sementes (FORGET et al., 2000).

REFERÊNCIAS

- ASQUITH, N. M.; TERBORGH, J.; ARNOLD, A. E.; RIVEROS, C. M. The fruit the *agouti* ate: *Hymenaea courbaril* seed fate when its disperser is absent. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 2, mar. p. 229-235, 1999.
- AUGSPURGER, C. K. Seedling survival of tropical tree species: interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. **Ecology**, v. 65, n. 6, dec. p. 1705-1712, 1984.
- BASCOMPTE, J.; JORDANO, P. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 38, p. 567-593, 2007.
- BEGON, M., HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 2. ed. London: Blackwell Scientific Publication, 1990. 945 p.
- CHARLES-DOMINIQUE, P. Speciation and coevolution: an interpretation of frugivory phenomena. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, jun. p. 75-84, 1993.
- CINTRA, R. A test of the Janzen-Connell model with two common tree species in Amazonian Forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, n. 5, dec. p. 641-658, 1997.
- CONNEL, J. H. 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. (Ed.). **Dynamics of populations**. Wageningen: The Netherlands, Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1971. p. 298-312.
- ERIKSSON, O.; EHRLÉN, J. Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. **Oecologia**, v. 91, n. 3, sep., p. 360-364, 1992.
- ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Fruit eating and dispersal by howling monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. **American Journal of Primatology**, v. 6, p.77-91, 1984.
- FEARNSIDE, P. M. Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural. In: CAVALCANTI, C. (Ed.). **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. São Paulo, SP: Cortez, 1997. p.14-344.
- FENNER, M. **Seed ecology**. Chapman and Hall, New York, 1985.151p.

FORGET, P. M. Seed dispersal of *Vouacapoua Americana* Aublet. (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. **Jornal Tropical Ecology**, v. 6, n. 4, p. 459-468, 1990.

FORGET, P. M.; MILLERON, T. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. **Oecologia**, v. 87, n. 4, sep. p. 596-599, 1991.

FORGET, P. M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial Patterns of Two Rodent-dispersed Rain Forest Trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, n. 3, may. p. 301-313, 1999.

FORGET, P. M. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**. v. 12, n. 6, dec. p. 751-761, 1996.

FORGET, P. M.; MILLERON, T.; FEER, F.; HENRY, O.; GERARD, D. Effects of dispersal pattern and mammalian herbivores on seedling recruitment for *Viola michelii* (Myristicaceae) in French Guiana. **Biotropica**, v. 32, n. 3, sep. p. 452-462, 2000.

FORGET, P-M.; VANDER WALL, S. B. Scatter-hoarding rodents and marsupials: convergent evolution on diverging continents, **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 2, feb. p. 65-67, 2001.

FLEMING, T. H. Do tropical frugivores compete for food? **American Zoologist**, v. 19, n. 4, p. 1157-1172, 1979.

FLEMING, T. H.; VENABLE, D. L.; HERRERA, L. G. Opportunism vs. specialization: the evolution of dispersal strategies in fleshy-fruited plants. In: **Vegetatio**, v. 107-108, n. 1, jun. p. 107-120, 1993.

GAUTIER-HION, A.; GAUTIER, J. P.; MAISELS, F. Seed dispersal versus seed predation: an inter-site comparison of two related African monkeys. **Vegetatio**, v. 107-108, n. 1, jun. p. 237-244, 1993.

HAMRICK, J. L.; GODT, M. J. W. Effectes of life history traits on genetic diversity in plant species. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 351, n. 1345, sep. p.1291-1298, 1996.

HANYA, G.; ZAMMA, K.; HAYAISHI, S.; YOSHIHIRO, S.; TSURIYA, Y.; SUGAYA, S.; KANAOKA, M. M.; HAYAKAWA, S.; TAKAHATA, Y. Comparison of food availability and group density of Japanese macaques in primary, naturally regenerated, and plantation forest. **America Journal of Primatology**, v. 66, n. 3, jul. p. 245-262, 2005.

- HARPER, J. L. **Population biology of plants**. London: Academic Press, 1990. 892 p.
- HERRERA, C. M. Seed dispersal by vertebrates. In: HERRERA C. M.; PELLMYR, O. (Ed.). **Plant-animal interactions: an evolutionary approach**. Oxford: Blackwell Publishing, p. 185-208. 2002.
- HENRY, O. Frugivory and importance of seeds in the diet of the orange-rumped agouti (*Dasyprocta leporine*) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 3, p. 291-300, 1999.
- HOWE, H. F.; SMALWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, nov. p. 201-228, 1982.
- HOWE, H. F. Seed dispersal by fruit eating birds and mammals. In: MURRAY, D. R. (Ed.). **Seed dispersal**. California: Academic Press, p. 123-189, 1986.
- JANSEN, P. A.; FORGET, P. M. "Scatter-hoarding rodents and tree regeneration." In: BONGERS, F.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; FORGET, P. M. (Ed.). **Nouragues: Dynamics and Plant-animal Interactions in a Neotropical Rainforest**. Dordrechtthe, Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2001. p. 275-288.
- JANSEN, P. A.; ZUIDEMA, P. A. Logging, seed dispersal by vertebrates, and natural regeneration of tropical timber trees. In: FIMBEL, R. A.; GRAJAL, A.; ROBINSON, J. (Ed.). **The cutting edge: conserving wildlife in logged tropical forests**. New York, USA: Columbia University Press, 2001. p. 35-60.
- JANSEN, P. A.; DEN OUDEN, J. Observing seed removal: remote video monitoring of seed selection, predation and dispersal. In: FORGET, P. M., LAMBERT, J. E.; HULME, P. E.; VANDER WALL, S. B. (Ed.). **Seed fate: predation, dispersal and seedling establishment**. Wallingford/Oxfordshire: CAB International, 2004. p. 363-378.
- JANSON, C. H. Adaptation of fruit morphology to dispersal agents in a Neotropical Forest. **Science**, v. 219, n. 4581, jan., p. 187-189, 1983.
- JANZEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **American Naturalist**, v. 104, n. 940, nov.-dec. p. 501-528, 1970.
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, nov. p. 465-492, 1971.
- JANZEN, D. H. Dispersal of seeds by vertebrate guts. In: FUTUYMA, D. J.; SLATKIN, M. (Ed.). **Coevolution**, Sinauer Associates, Sunderland, p. 232-262, 1983.

JORDANO, P. Fruits and frugivory. In: FENNER, M. (Ed.). **Seeds: the ecology of regeneration in plant communities**. Wallingford: CAB International. 1992. p. 105-156.

JORDANO, P.; SCHUPP, E. W. Determinants of seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 4, nov. p. 591-615, 2000.

JORDANO, P.; GALETTI, M.; PIZO, M. A.; SILVA, W. R. Ligando frugivoria e dispersão de sementes à biologia da conservação. In: ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S. (Ed.) **Biologia da conservação: essências**. São Paulo: Rima, 2006. p. 411-436.

KILTIE, R. A. Distribution of palm fruits on a rain forest floor: why white-lipped peccaries forage near objects. **Biotropica**, v. 13, n. 2, jun. p.141-145, 1981.

LAPENTA, M. J. **Frugivoria, dispersão primária e secundária de sementes consumidas por micos-leões-dourados (*Leontopithecus Rosália*) na Reserva Biológica União, RJ**. 2006. 159 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP.

MAGALHÃES, L. M. S., ALENCAR, J. C. Fenologia do Pau-Rosa (*Aniba Ducuckei* Kostermans), Lauraceae, em floresta primária na Amazônia Central. **Acta Botânica**, v. 9, n. 2, p. 227-232, 1979.

MORRIS, D. The behavior of the green acouchi (*Myoprocta pratti*) with special reference to *scatter hoarding*. **Proceedings of the zoological society**, London. v. 139, p. 701-731, 1962.

NATHAN, R.; MULLER-LANDAU, H. C. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 15, n. 7, jul. p. 278-285, 2000.

PETERNELLI, E. F. O.; LUCIA, T. M. C. D.; MARTINS, S. V. Espécies de formigas que interagem com as sementes de *Mabea fistulifera* Mart. (EUPHORBIACEAE). **Revista Árvore**, Viçosas, MG, v. 28, n. 5, sep-oct. p. 733-738, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. A evolução das fanerógamas. In: _____ **Biologia Vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. p. 522-527.

REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Ed.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu, SP: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais - FEPAF, 2003. p. 91-110.

SCHUPP, E. W. Factors affecting post-dispersal seed survival in tropical Forest. **Oecologia**, v. 76, n. 4, sep. p. 525-530, 1988.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, jun. p. 15-29. 1993.

SCHUPP, E. W. The Janzen-Connell model for Tropical tree diversity: population implications and the importance of spatial scale. **The American Naturalist**, v. 140, n. 3, p. 526-530. 1992.

SUAREZ, S. A. Diet and travel cost for spider monkeys in a Nonseasonal, Hyperdiverse Environment. **International Journal of Primatology**, v. 27, n. 2, apr. p. 411-436, 2006.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, n. 6773, mar. p. 72-74, 2000.

SILVERTOWN, J. W. **Introduction to plant population ecology**. 2. ed. England, U. K. Harlow: Longman Scientific & Technical, 1987. 209 p.

SMALLWOOD, P. D.; PETERS, W. D. Grey squirrel food preferences: The effects of tannin and fat concentration. **Ecology**, v. 67, n. 1, feb. p. 168-174, 1986.

SMYTHE, N. Relations between fruiting seasons and seed dispersal methods in a neotropical forest. **American Naturalist**, v. 104, n. 935, jan-feb. p. 25-35, 1970.

SMYTHE, N. The natural history of the Central American agouti (*Dasyprocta punctata*). **Smithsonian Contribution to Zoology**, v. 257, p. 1-52. 1978.

STAPANIAN, M. A. Seed dispersal by birds and squirrels in the deciduous forest on the states. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.) **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1986. p. 225-236.

STEVENSON, P. R. Fruit choice by woolly monkeys in Tinigua National Park, Colombia. **International Journal of Primatology**, v. 25, n. 2, apr. p. 367-381, 2004.

TERBORGH, J. Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULÉ, M. (Ed.). **Conservation Biology**. Massachusetts, Sunderland: Sinauer, 1986. p. 330-344.

TIFFNEY, B. H.; MAZER, S. J. Angiosperm growth habit, dispersal and diversification reconsidered. **Evolutionary Ecology**, v. 9, n. 1, jan. p. 93-117, 1995.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. 3. ed. New York: Berlin Heidelberg. 1982. 215 p.

VANDER WALL, S. B. **Food hoarding in animals**. University of Chicago, Illinois, 1990. 445 p.

VANDER WALL, S. B. Seed water content and the vulnerability of buried seed to foraging rodents. **American Midland Naturalist**, v. 129, n. 2, apr. p. 272-281, 1993.

VANDER WALL, S. B. Influence of substrate water on the ability of rodents to find buried seeds. **Journal Mammal**, v. 76, n. 3, p. 851-856, 1995.

VANDER WALL, S. B. The influence of environmental conditions on cache recovery and cache pilferage by yellow pine chipmunks (*Tamias amoenus*) and deer mice (*Peromyscus maniculatus*). **Behavioral Ecology**, v. 11, n. 5, feb. p. 544-549, 2000.

VANDER WALL, S. B. The evolutionary ecology of nut dispersal. **The Botanical Review**, v. 67, n. 1, jan-mar. 2001.

VANDER WALL, S. B. Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. **Ecology**, v. 83, n. 12, p. 3508–3516, 2002.

VANDER WALL, S. B.; W. S. LONGLAND. Diplochory: are two seed dispersers better than one? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 3, jan. p. 155-161, 2004.

VANDER WALL, S. B.; KUHN, K.M.; BECK, M. J. Seed Removal, Seed Predation, And Secondary Dispersal. **Ecology**, v. 86, n. 3, mar. p. 801-806, 2005.

VIEIRA, I. C. G.; SILVA, J. M. C.; TOLEDO, P. M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 153-164, 2005.

ZHISHU, X.; ZHIBIN, Z.; WANG, Y. Impacts of *scatter-hoarding* rodents on restoration of oil tea *Camellia oleifera* in a fragmented Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2-3, jul. p. 405-412, 2004.

WANG Y-S.; XIAO Z-S.; ZHANG Z-B. Seed Deposition Patterns of Oil Tea *Camellia oleifera* Influenced by Seed-caching Rodents. **Acta Botanica Sinica**, v. 46, n. 7, jul. p. 773-779, 2004.

WENNY, D. G. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 2, may. p. 331-351, 2000.

WIESBAUER, M. B.; GIEHL, E. L. H.; JARENKOW, J. A. Padrões morfológicos de diásporos de árvores e arvoretas no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 22, n. 2, jul. p. 425-435, 2008.

CAPÍTULO I

Remoção e destino de sementes de *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Florestal da Embrapa - Acre, Brasil.

RESUMO

Carapa guianensis Aubl. (andiroba) é uma espécie tropical de uso múltiplo amplamente distribuída em toda a Amazônia, sendo encontrada em florestas de terra firme e na várzea. Atinge mais de 25 m de altura e ocorre em alta densidade. Por ser uma espécie com potencial madeireiro e não-madeireiro, estudos ecológicos que venham instruir práticas adequadas de manejo se fazem necessários, principalmente os que dizem respeito à dispersão de sementes, pois para a maioria das espécies este mecanismo é a única forma de propagação e garantia da manutenção de suas populações. Este estudo foi realizado na Reserva Florestal da Embrapa Acre, município de Rio Branco, AC, com o objetivo de contribuir com informações sobre remoção, predação e destino de sementes de *C. guianensis*. Foram selecionadas 20 andirobeiras, sendo 10 em ambiente ocasionalmente inundado e 10 em terra firme para a implantação do experimento. O experimento foi realizado em época de oferta de frutos de andiroba e em época de escassez. Em cada época foi analisado ainda o efeito dos ambientes (ocasionalmente inundado e terra firme) na remoção, predação e destino das sementes de andiroba. Em cada árvore posicionou-se uma parcela com 20 sementes dispostas no chão a uma distância de 10 m do tronco da andirobeira, de maneira que para cada época foram utilizadas 400 sementes. As sementes foram marcadas com linhas e etiquetadas. Armadilhas fotográficas foram posicionadas próximas as parcelas para capturar imagens dos dispersores/predadores. Foram atribuídos cinco destinos diferentes para as sementes: sementes predadas; enterradas; sobre as folhas; perdidas (com fio e sem fio); e sementes intactas. Todas as sementes removidas e encontradas a uma distância de até 15 m do centro da parcela tiveram sua distância de remoção mensurada. A remoção de sementes de andiroba foi mais intensa e mais rápida na época de escassez de frutos da andiroba. O ambiente foi significativo apenas na época de oferta de frutos, em que a remoção foi maior na terra firme. A distância de remoção das sementes foi relativamente curta e não houve influência da época de frutificação. A predação das sementes foi maior na época de escassez de frutos, com 48% das sementes predadas enquanto na época de oferta, apenas 1,5% das sementes foram predadas. O principal destino das sementes na época de oferta foi a permanência das mesmas intactas nas parcelas, enquanto que na época de escassez o principal destino foi a predação nas parcelas. Considerando os ambientes dentro de época foi observado maior ação da fauna na terra firme do que no ambiente ocasionalmente inundado, especialmente em relação à predação. Na área do estudo, a remoção das sementes de *C. guianensis* esteve associada à presença de cutiaras (*Myoprocta pratti*), cutias (*Dasyprocta fuliginosa*), tatus, pacas (*Cuniculus paca*), quatis (*Nasua nasua*) e ratos (*Proechimys* spp.), não sendo possível determinar uma dependência direta dos dispersores/predadores com as sementes de andiroba nos ambientes estudados, pois a maioria das sementes permaneceu intacta nas parcelas.

Palavras-chave: *Carapa guianensis*, andiroba, remoção de sementes, destino de sementes, predação de sementes, distância de remoção, dispersores/predadores.

ABSTRACT

Carapa guianensis Aubl. (Andiroba) is a multiple use of tropical species that occurs from Central America to northern South America. It is widely distributed throughout the Amazon, found in forest land and meadow, which reaches a height greater and occurs at higher density. As a species with potential non-wood and timber, ecological studies that will examine practices appropriate use and management are needed, especially those relating to the dispersal of seeds, because for most species this is the only mechanism way to propagate and ensure the maintenance of their populations. This study was conducted in a Private Reserve of Natural Heritage - RPPN, forest area belongs to Embrapa - Acre, located in Rio Branco, state of Acre. This study aimed to contribute information on removal, and destination images of possible dispersal / seed predators of *C. guianensis*. In the area were selected at random 20 andirobeiras, 10 in a flooded occasionally and 10 ashore. Two experiments were conducted at times (supply and scarcity of fruits of andiroba) and local (and occasionally flooded land) distinct, with the same trees were used for both experiments. For each season were used 400 seeds, which were placed 20 seeds in the ground marked with lines and is labeled a distance of 10 m from the base of the trunk of each tree, Andiroba and traps were placed close to the photographic experiments to capture images of dispersers / predators . Were assigned to different five destinations seed: seed predation, buried, on the leaves; lost (wired and wireless), and seeds intact. All seeds were removed and found to remove their distances measured. The removal of seeds of *C. guianensis* in the study area is associated with the presence of cutias (*Myoprocta pratt*), agoutis (*Dasyprocta fuliginosa*), armadillos, pacas (*Cuniculus paca*), coatis (*Nasua nasua*) and rats (*Proechimys* spp.). In times of supply and scarcity of fruits andiroba of the average number of seeds removed was different. The influence of age on the number of seeds removed in environments and occasionally flooded land occurred only when the supply of fruit of species. The removal of seed andiroba is more intense and more rapidly in times of scarcity of the fruits of Andiroba, which also coincides with a scarcity of fruits of other species. The destinations of Andiroba seeds were different depending on the season and the environment. The time of supply and scarcity of fruits of Andiroba influence the number of seed predation. The distance of seed removal was relatively short and the fact the species is not bear fruit or not affect the average distances. In this study there was a direct dependence of dispersal / seed predators with andiroba the studied environments, as most seeds remained intact in the plots.

Keywords: *Carapa guianensis*, andiroba, removal of seed, seed destiny, seed predation, distance of removal, dispersers/ predators.

1 DESCRIÇÃO GERAL DA ESPÉCIE

Conhecida popularmente pelo nome de andiroba, a espécie *Carapa guianensis* é uma angiosperma pertencente a família Meliaceae e foi descrita por F. Aublet em 1975 (AUBLET, 1977).

Sua distribuição vai desde a América Central até o norte da América do Sul (BENA, 1960; LOUREIRO et al. 1979; ALENCAR et al., 1979; LEITE, 1997; FERRAZ, et al., 2003;). No Brasil, *Carapa guianensis* está distribuída em toda a bacia Amazônica. No Estado do Acre a espécie está distribuída em todas as Regionais de desenvolvimento (Vale do Acre; Regional Baixo Acre; Regional Alto Acre; Vale do Juruá; e Regional Tarauacá-Envira), porém apresenta maior concentração em três regiões: região do Rio Gregório, localizada entre os municípios de Cruzeiro do Sul e Tarauacá; Rio Jurupari, onde os indivíduos ocorrem desde o médio ao baixo rio, município de Feijó (comunidade do rio Diabinho e do km 25 da BR-364); e no município de Porto Acre (ACRE, 2006). Geralmente é encontrada em grupos e ocorre com mais frequência em áreas alagadas ou periodicamente inundadas (várzea), mas é encontrada também em solos bem drenados de terra firme (SILVA et al., 1977; ALENCAR et al., 1979; LOUREIRO et al., 1979; McHARGUE; HARSTSHORN, 1983; JANKOWSKY et al. 1990).

Em seu estudo sobre Estrutura e Dinâmica Populacional de *C. guianensis* realizado na Reserva Florestal da Embrapa - AC entre os anos de 2004 e 2005, onde todos os indivíduos com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) ≥ 10 cm foram quantificados e mapeados dentro de uma área correspondente a 64 ha, sendo 32 ha no baixo e 32 ha na terra firme, Klimas (2006) quantificou 25,7 indivíduos ha^{-1} no baixo e 14,6 indivíduos ha^{-1} na terra firme, evidenciando que apesar de *C. guianensis* ser uma espécie com ocorrência em área de várzea e de terra firme, há uma forte preferência da espécie por locais inundados ou periodicamente inundados, corroborando com os demais estudos realizados em outros locais da Amazônia e em outros países onde há

ocorrência da espécie (BENA, 1960; RIZZINI; MORS, 1976 ;SILVA et al., 1977; ALENCAR et al., 1979; LOUREIRO et al., 1979; McHARGUE; HARSTSHORN, 1983; JANKOWSKY et al. 1990; LEITE, 1997; BOUFLEUER, 2000; 2004; BOUFLEUER et al., 2001; KLIMAS et al., 2002; FERRAZ et al., 2003; SILVA COSTA et al., 2003; KLIMAS et al., 2007).

Quando adulta *C. guianensis* pode atingir até 55 m de altura, mas comumente são encontrados indivíduos entre 25-35 m (FERRAZ et al., 2002; FOURNIER, 2002). Seu fuste é cilíndrico e reto com 20-30 m de altura, podendo apresentar sapopemas em sua base (Figura 1). Boufleuer (2004) classifica *C. guianensis* como uma espécie clímax, já Maués (2006) a classifica como clímax de crescimento rápido ou demandante de luz.



FIGURA 1 - Sapopemas de *C. guianensis*.

A casca é grossa, amarga e se desprende facilmente em grandes placas (RIZZINI; MORS, 1976; LOUREIRO et al., 1979). Possui uma copa de tamanho médio,

densa e composta por ramos bastantes eretos (Figura 2) (RIZZINI; MORS, 1976; LOUREIRO et al., 1979) ou com uma leve curvatura (FERRAZ et al., 2003).



FIGURA 2 - Indivíduo de *C. guianensis* com aproximadamente 8 anos em um plantio localizado no campo experimental da Embrapa - Acre.

As folhas (Figura 3) são alternadas, compostas, paripinadas, com folíolos opostos, longo-pencioladas, com cerca de 30-60cm de comprimento e 50cm de largura (RIZZINI; MORS, 1976; LOUREIRO et al., 1979; PENNINGTON et al., 1981; FERRAZ et al., 2002), sendo que Ferraz et al. (2003) relatam que geralmente as folhas têm entre 50-75 cm de comprimento, podendo chegar até 90 cm. A citada autora relata que as folhas possuem vestígio de um folíolo terminal, sendo que cada folha possui entre 3-10 pares de folíolos opostos ou sub-opostos, com 10-50 cm de comprimento. Pennington et al. (1981) relata que as folhas possuem entre 6-10 pares de folíolos que, quando jovens apresentam coloração verde-claro e quando adultos verde-escuro.



FIGURA 3 - Folhas de *C. guianensis* na fase adulta (A); jovem (B); disposição dos folíolos paripinados (C); e vestígio de um folíolo terminal (D).

A inflorescência (Figura 4a) é uma panícula axilar, localizada principalmente na extremidade dos ramos (subterminal), variando entre 36 cm até 73 cm de comprimento (MAUÉS, 2006).

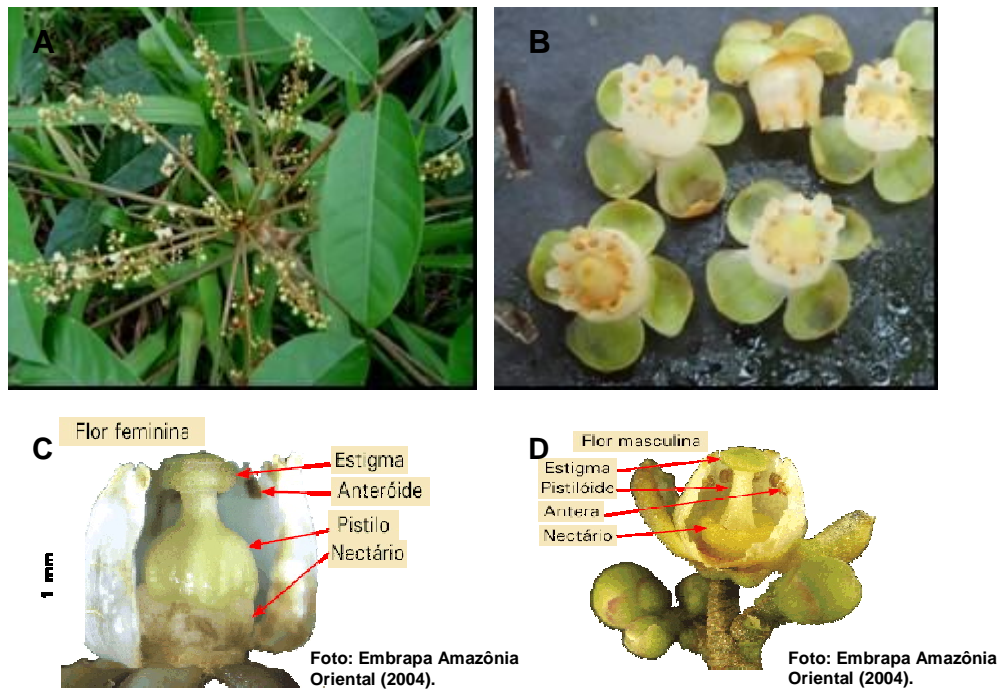


FIGURA 4 - Inflorescência (A); flores (B); detalhes da flor feminina (C); e flor masculina de *C. guianensis*.

As flores são pequenas, cerca de 1 cm de diâmetro, (Figura 4b), unissexuais (monóica), com flores estaminadas (Figura 4c) e pistiladas (Figura 4d) dispostas em uma mesma inflorescência, sésseis ou subsésseis, glabras, subglobosas de cor branca a creme, levemente perfumada e predominantemente 4-meras (com 4 sépalas, 8 pétalas e 16 estames) (RIZZINI; MORS, 1976; LOUREIRO et al., 1979; PENNINGTON et al., 1981; FERRAZ et al., 2003; MAUÉS, 2006), tendo como principais visitantes florais insetos de pequeno porte das classes Hymenoptera e Lepidópteras, sendo que os polinizadores legítimos estão inseridos nas famílias Riodinidae (4 espécies não identificadas) e Lycaenidae (3 espécies não identificadas), e insetos das classes Coleóptera, Díptera e Orthoptera (MAUÉS, 2006).

As flores femininas (Figura 4c) são mais longevas e persistentes, durando de dois a três dias, enquanto que as flores masculinas (Figura 5d) têm longevidade de no máximo um dia e sua abscisão ocorre espontaneamente ou a partir de um leve toque após esse intervalo de tempo (MAUÉS, 2006).

Os frutos (Figura 5) são cápsulas globosas com 4-6 valvas, indeiscentes (PENNINGTON et al., 1981; MAUÉS, 2006) ou deiscentes (ROOSMALEN, 1984; LORENZI, 1992; MAUÉS, 2006), que através do impacto da queda do fruto no chão liberam as sementes (AUBLET, 1977; LOUREIRO et al. 1979) contendo entre 4 -16 sementes por fruto, sendo que Maués (2006) registrou em seus estudos realizado na FLONA do Tapajós, Estado do Para, um mínimo de 12 sementes por fruto. Suas sementes são de coloração marrom, com laterais anguladas devido à compressão mútua apresentando, no mesmo fruto, uma grande variação no tamanho das sementes em um mesmo fruto e em frutos diferentes (FERRAZ et al., 2003) com resíduos de tecidos de placenta (Figura 5c) aderidos às sementes (FISCH, 1990). Em seu estudo realizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, no Amazonas, Mellinger (2006) registrou valores de 4,7 cm de comprimento por 3,9 cm de largura e 3,1 cm de espessura em média das sementes de *C. guianensis*. No estudo realizado por Maués (2006) a autora detalha que o tamanho dos frutos de *C. guianensis* na FLONA Tapajós podem atingir valores entre 6,5 cm a 10 cm de diâmetro, com sementes medindo cerca de 3,8 cm de largura e 4,7 cm de comprimento, pesando cerca de 25 g cada semente.

Em estudo sobre germinação e crescimento de plântulas de *C. guianensis* desenvolvido na Embrapa – Acre, onde as sementes foram coletadas de árvores nativas existentes no município de Boca do Acre - Amazonas, Silva et al. (2004) classificaram as sementes em pequenas (2,3 cm a 3,9 cm), médias (4,0 cm a 4,6 cm) e grandes (>4,6 cm) e observaram desuniformidade na germinação de plântulas, fato que pode estar relacionado à variação de tamanho entre as sementes.

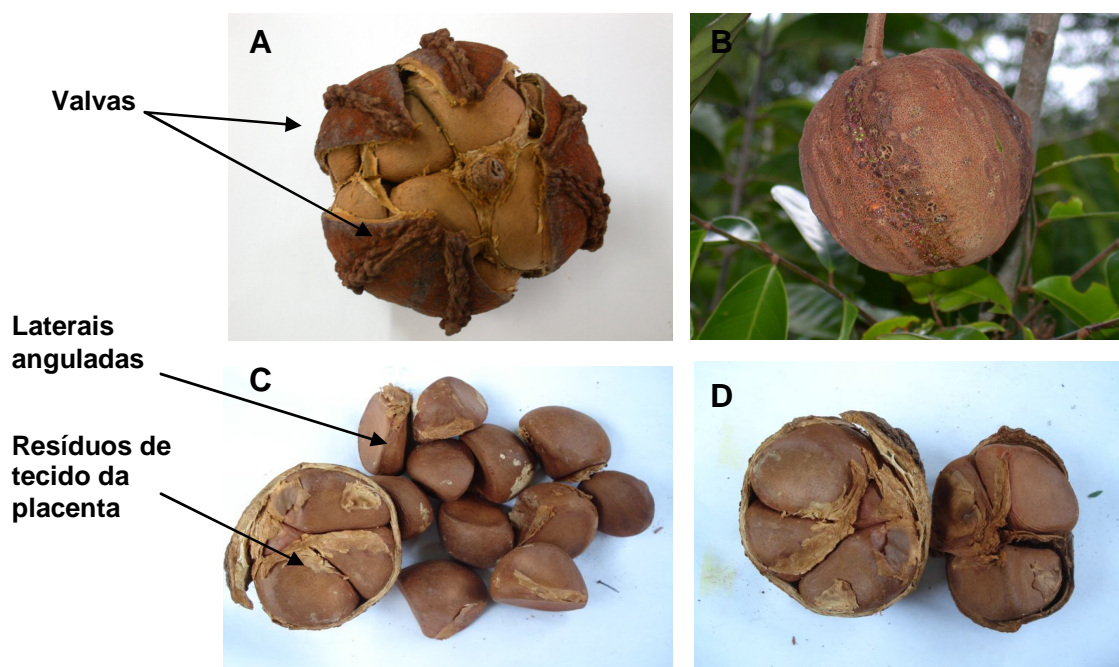


FIGURA 5 - Detalhes do fruto em processo de deiscência com caracterização das valvas (A); do fruto imaturo na panícula axilar (B); e da disposição das sementes no interior do fruto salientando-se as laterais anguladas das sementes (C e D) e os resíduos de placenta aderidos (C).

Fotos A e B: Maués, M. M. (2008).

Shanley et al. (1998) descrevem que uma árvore de andiroba pode produzir de 50 a 200 kg de semente/ano, por sua vez, Rizzini e Mors (1976) registram uma produção por árvores de 180 a 200 kg de semente/ano. Nas florestas da Costa Rica uma única árvore de *C. guianensis* produz em média 22,4 a 128 kg de sementes (RIZZINI; MORS, 1976). Embora poucos estudos tenham avaliado a produção de sementes, sabe-se que a variação de uma árvore para outra e de ano para ano é

bastante significativa. Em um estudo desenvolvido na Embrapa - AC, onde 105 andirobeiras são acompanhadas desde 2005, a produção no ano de 2006 se restringiu a apenas 16, 32% totalizando uma produção média de 103 sementes ou 2, 82 kg de sementes por árvores (N = 105). Em 2007, na mesma área, cerca de 18, 36% das andirobeiras produziram frutos totalizando uma produção média de 123 sementes ou 1,9 kg de sementes por árvore (N = 105) (LIMA; WADT, 2007), o que indica que a produção dessa espécie pode oscilar muito ao longo dos anos.

As sementes de *C. guianensis* apresentam alta taxa de germinação (88 a 94%) quando semeadas logo após a dispersão primária, sendo que a germinação começa entre 6 e 10 dias após a semeadura e se completa dentro de 2 a 3 meses (VIANA, 1982).

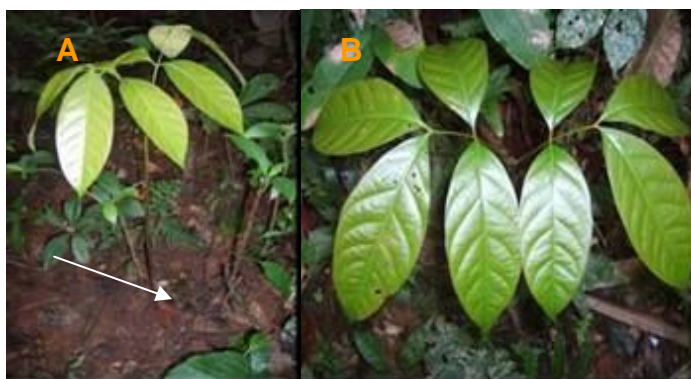


FIGURA 6 - Plântula de *C. guianensis* com detalhes da semente ainda ligada ao tegumento indicada pela seta (A); e da disposição das folhas (composta e paripinada) (B).

As plântulas (Figura 6) apresentam epicótilo com 9-17 cm de altura quando surgem as primeiras folhas, que são alternas, glabras, normalmente compostas, paripinadas ou imparipinadas. O hipocótilo não se desenvolve e os cotilédones permanecem ligados ao tegumento (FERRAZ et al., 2002).

C. guianensis forma banco de plântulas e não apresenta exigência por luz na fase inicial de desenvolvimento (BOUFLEUER, 2004). As plântulas e os indivíduos

jovens dessa espécie podem ser encontrados em grande abundância dentro da floresta em locais com maior ou menor intensidade de luminosidade (MELLINGER, 2006).

Em um estudo sobre Regeneração de Plântulas de Andiroba em ambiente ocasionalmente inundado e de terra firme na Reserva Florestal da Embrapa - Acre, Azevedo et al. (2008) registraram 22,6 indivíduos/ha em ambiente ocasionalmente inundado, enquanto que na terra firme foram registrados apenas 2,9 indivíduos/ha. Esses dados revelam que a produção de sementes de *C. guianensis* no ano de 2008 foi maior na área ocasionalmente inundada, haja vista que a regeneração se mostrou mais intensa na referida área. No entanto, após um mês de observação os autores puderam observar preliminarmente que a dinâmica no ambiente ocasionalmente inundado se mostrou mais intensa do que na terra firme, tendo em vista que 47% dos indivíduos regenerantes do baixo morreram, enquanto que na terra firme apenas um indivíduo não conseguiu sobreviver.

Embora Azevedo et al. (2008) tenham dado como causa da mortalidade das plântulas de *C. guianensis* a presença de fungos no ambiente ocasionalmente inundado, outro fator muito importante pode estar associado ao excessivo número de regenerantes mortos no baixo, que é o ataque das sementes pela larva da mariposa *Hypsipyla ferrealis* Hampson (1929) (Lepidoptera, Pyralidae, Phycitinae) (BECKER, 1971).

C. guianensis é uma espécie muito susceptível ao ataque de pragas, seja em áreas naturais ou em plantios. A plena luminosidade as gemas terminais sofrem o ataque da broca do ponteiro (*Hypsipyla grandella*) (LOUREIRO et al., 1979), comum nas espécies da família Meliaceae (BRADLEY, 1968; HALL et al., 1994; SAMPAIO, 2000).

Em seu estudo realizado na Reserva Florestal Adolpho Ducke, no município de Manaus, onde foram avaliados os danos causados por insetos em sementes de *Carapa guianensis* (andiroba) e *Carapa procera* (andirobinha) em plantios, Pinto (2007) concluiu que *H. grandella* e *H. ferrealis* (Lepidoptera, Pyralidae) são as principais

espécies de insetos associados à predação de sementes de *C. procera* e *C. guianensis*, respectivamente. De um total de 11.172 sementes de *C. guianensis* coletadas 60,39 % das sementes estavam infestadas por *H. ferrealis*.

Além de concluir que *H. grandella* e *H. ferrealis* são as principais espécies de insetos associados à predação de sementes de *C. guianensis*, Pinto (2007) também observou a estratificação na predação de frutos e sementes na copa das árvores de *C. guianensis*. Ao dividir a copa em terço inferior (altura de 4 a 7 m), médio (altura de 10 a 13 m) e superior (altura acima de 16 m), a autora coletou frutos nos diferentes intervalos de terços da copa de *C. guianensis* para analisar os níveis de infestação por *H. grandella* e *H. ferrealis*, conforme a estratificação da copa, e concluiu que *H. grandella* esteve presente apenas nos terços inferiores das copas das árvores, enquanto que *H. ferrealis* esteve presente em todos os terços de estratificação. A presença de *H. ferrealis* em todos os terços de estratificação, segundo a autora, pode estar relacionado com a capacidade de vôo de cada espécie.

Mellinger (2006) salienta há necessidade de estudos que venham avaliar tanto fatores bióticos quanto abióticos que possam estar interferindo na qualidade/quantidade pré-dispersão de frutos e sementes de andiroba na Amazônia.

1.1 ASPECTOS FENOLÓGICOS

A época de floração e frutificação da andiroba é diferente em cada Estado da Amazônia. Leite (1997) em estudo realizado nos Estados do Maranhão, Pará e Manaus a citada autora observou, independente do habitat, um assincronismo bastante acentuado nos padrões fenológicos entre os indivíduos de *C. guianensis*.

Bencke e Morellato (2002) fazendo o acompanhamento fenológico de algumas espécies arbóreas concluíram que os ciclos fenológicos de plantas tropicais são complexos, apresentando padrões irregulares de difícil reconhecimento.

1.1.1 Fenologia vegetativa

A perca foliar de andiroba é do tipo perenifólia, ou seja, a perca foliar e a emissão de novas folhas são eventos que ocorrem ao mesmo tempo durante todo o ano, não sendo observado em nenhum momento o desfolhamento total desta espécie. A andiroba não apresenta um padrão sazonal em sua mudança foliar, porém esse evento ocorre mais intensamente antes da fenofase reprodutiva (MAUÉS, 2006), sendo mais evidente no início do período seco e decrescendo com o início do período chuvoso (DAUBENMIRE, 1972; FRANKIE et al., 1974).

1.2.2 Fenologia reprodutiva – floração

No leste do Pará, por exemplo, há relatos de que a andiroba floresce entre agosto e outubro (SHANLEY et al., 1998), já em Manaus as árvores florescem de dezembro a março (FERRAZ et al., 2003; SHANLEY, 2005), porém na reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, localizada em Manaus, a espécie floresce o ano inteiro, mas com dois picos bem definidos durante o ano, sendo o primeiro de abril a agosto e o segundo de novembro a fevereiro (MELLINGER; RICHERS, 2005). Na FLONA do Tapajós - PA, Maués (2006) registrou um padrão anual de florescimento

bastante assincrônico, com maior intensidade entre os meses de setembro a abril, observando dois picos bem definidos nos meses de novembro/2001, quando 98,2% dos indivíduos monitorados floresceram e outro no mês de fevereiro/2003, onde 88,6% dos indivíduos apresentavam flores. Segundo a autora a floração de *C. guianensis* pode ser observada durante todo o ano, porém nos meses de junho e julho há uma redução drástica dessa fenofase na FLONA do Tapajós. Em um estudo realizado no norte do Estado do Acre, durante os anos de 2000 a 2002, foi registrada floração no período de agosto a novembro (BOUFLEUER, 2004). Lima (2007) acompanhando 105 árvores de andiroba na Reserva Florestal da Embrapa Acre, nos anos de 2005 e 2006 verificou que a floração ocorreu de outubro a janeiro.

Observa-se que além da distinção da fenofase reprodutiva de *C. guianensis* entre os Estados da região amazônica, essa diferença também pode ser observada entre as diferentes localidades de uma mesma região, por exemplo: na região de Manaus, onde várias áreas tiveram acompanhamento fenológico reprodutivo, verifica-se que não há sincronismo da espécie entre as áreas estudadas, indicando que cada localidade apresenta uma especificidade, o que talvez possa estar relacionado às condições climáticas de cada região.

1.2.3 Fenologia reprodutiva – frutificação

Na FLONA do Tapajós o desenvolvimento dos frutos foi registrado entre os meses de outubro a julho e a dispersão das sementes ocorreu durante os meses de janeiro a abril, período de maior intensidade das chuvas (MAUÉS, 2006), sendo que no leste do Pará Shanley et al. (1998) registrou esse mesmo evento entre os meses de janeiro a abril. Em Manaus o período de frutificação foi registrado entre os meses de março a maio, iniciando a queda dos frutos no mês de abril e se estendendo até meados do mês de julho, sendo que também foram observados indivíduos frutificando durante todo o ano (FERRAZ et al., 2002; FERRAZ et al., 2003; SHANLEY, 2005). No norte do Estado do Acre a frutificação ocorreu entre os meses de setembro a março do ano seguinte (BOUFLEUER, 2004). Lima (2007) registrou o período de frutificação entre

os meses de outubro a fevereiro, com pequenas variações na porcentagem de árvores apresentando o evento e também na intensidade dos mesmos para ambientes de terra firme e ocasionalmente inundado. Na Reserva Florestal Adolpho Ducke a dispersão de sementes ocorre entre os meses de fevereiro a junho (PINTO, 2007), sendo que Ferraz et al. (2002) havia registrado esse mesmo fenômeno ocorrendo entre os meses de abril a julho.

1.2 RECURSOS OFERECIDOS PELA ESPÉCIE

C. guianensis é uma espécie tropical com características de uso múltiplo, a madeira e o óleo extraído das sementes são os produtos mais importantes disponibilizados por essa espécie. A madeira é de excelente qualidade e é bastante cotada no mercado exterior, pois trata-se de uma espécie considerada nobre e sucedânea do mogno (*Swietenia macrophylla* King.) (CARRUYO, 1972; SHANLEY et al., 1998; SAMPAIO, 2000; FERRAZ et al., 2003). Apontado como um excelente “medicamento” para o tratamento de doenças fúngicas (FENNER et al., 2006), o óleo de andiroba possui propriedades medicinais com excelente potencial comercial, destacando-se entre os óleos tradicionais da região norte do Brasil (ACRE, 2006). A utilização do óleo de andiroba não se restringe apenas ao mercado local brasileiro, empresas de cosméticos da França, Alemanha e dos Estados Unidos também estão comercializando o óleo (GONÇALVES, 2001).

As propriedades medicinais advindas da madeira e do óleo da andiroba, hoje conhecidas no mercado local e internacional, foram adquiridas através das populações tradicionais em um ritual de conhecimentos e aprendizados que foram sendo repassado de pai para filho (BOUFLEUER, 2004; MENDONÇA; FERRAZ, 2007). Embora a extração de óleo de andiroba seja um processo tradicional (AUBLET, 1977; SHANLEY et al., 1998; BOUFLEUER, 2004), nem todas as comunidades onde há ocorrência de andiroba detêm conhecimento sobre a extração do óleo e sobre a importância que os produtos florestais não madeireiros podem significar, seja para o seu sustento ou para a sustentabilidade dos ecossistemas. Segundo Mendonça e Ferraz (2007), o isolamento

de algumas comunidades tradicionais aliado à falta de organização social e ao desinteresse no aprendizado nas práticas tradicionais vem ocasionando desperdício de matéria prima, pois há comunidades que detêm um grande potencial para a exploração de sementes de andiroba, mas que por falta de conhecimentos dos métodos de extração do óleo acabam perdendo a oportunidade de explorarem os recursos naturais oferecidos pela floresta.

1.3 VIABILIDADE ECOLÓGICA PARA A EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE

A distribuição espacial e a estrutura de tamanho entre classes de *C. guianensis* em ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme é similar, indicando que a espécie se adapta aos dois ambientes (Klimas et al., 2007), revelando a estabilidade e o potencial ecológico auto-sustentável da espécie (PETERS, 1996), porém com diferença significativa no potencial reprodutivo entre os ambientes, sugerindo que o manejo não madeireiro dessa espécie deve apresentar planos de uso e conservação conforme as características do ambiente a ser explorado.

A alta densidade de indivíduos de *C. guianensis* em florestas naturais (BOUFLEUER, 2004; KLIMAS et al., 2007) aliada a alta variabilidade genética da espécie (RAPOSO et al., 2007) indica que *C. guianensis* tem todas as características que propiciam a exploração sustentável de uma espécie, em áreas naturais, a longo prazo (HALL et al., 1994).

1.4 ASPECTOS DA DISPERSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA

Por se tratar de uma espécie com estabelecimento tanto em ambiente de várzea quanto de terra firme, *C. guianensis* apresenta diferenças em seus padrões de dispersão (FANSHAW, 1947; PENNINGTON et al., 1981; McHARGUE; HARTSHORN, 1983). Baseado nas síndromes de dispersão descritas por Van der Pijl (1982) é possível observar pelo menos dois padrões de dispersão nessa espécie, sendo eles:

Autocoria (dispersão realizada pela própria planta) e Alocoria (dispersão realizada por fatores bióticos e abióticos). Na dispersão por autocoria, o mecanismo utilizado por *C. guianensis* é a barocoria, uma vez que há a disseminação do fruto em decorrência de seu próprio peso, denominada dispersão primária. Na dispersão por alocoria os vetores utilizados são dois: abióticos e bióticos, denominadas dispersão secundária. No primeiro, a dispersão é mediada pela água (hidrocoria), haja vista que as sementes de *C. guianensis* são arrastadas pela correnteza das águas ou ficam flutuando em decorrência da elevação do nível das águas dos rios e igarapés. No segundo vetor, os principais mediadores da dispersão são os animais (zoocoria), sendo que os mamíferos são apontados como os principais dispersores de *C. guianensis* (HENRIQUES; SOUZA, 1989).

Por apresentar dispersão inicial do tipo barocórica, as sementes de *C. guianensis* ficam na maioria das vezes expostas no solo, porém muitas vezes o impacto não é suficiente para abrir o fruto e alguns acabam permanecendo intactos no solo por algum tempo.

Por ser uma espécie que habita preferencialmente ambiente de várzea e por dispersar suas sementes durante o período chuvoso, as sementes de andiroba são muitas vezes disseminadas pela água, ficando submersas (FANSHAW, 1947; McHARGUE; HARTSHORN, 1983; HALL et al. 1994) ou sendo arrastadas por enxurradas a longas distâncias das árvores parentais propiciando o estabelecimento de novos indivíduos em outras áreas, sendo depositados em terra após a vazão (PENNINGTON et al., 1981; McHARGUE; HARTSHORN, 1983; MAUÉS, 2006). Durante o período que ficam flutuando sobre a água, as sementes de *C. guianensis* podem entrar em processo de germinação (SCARANO et al., 2003), o que de acordo com Leite (1997) permite a andiroba ser transportada ou na forma de semente ou de plântula, facilitando seu distanciamento e proporcionando mais chances de sobrevivência para aos regenerantes (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971). Segundo Bouffleuer (2004) e KLIMAS et al. (2007) os indivíduos regenerantes de *C. guianensis* desenvolvem-se muito bem em plena sombra, porém a incidência de luz acelera o desenvolvimento da espécie.

Em floresta de terra firme, geralmente as sementes são encontradas embaixo da planta matriz servindo de alimento para os tatus, porcos-do-mato, pacas, veados, cutias, entre outros (McHARGUE; HARTSHORN, 1983; HALL et al., 1994).

Os roedores são considerados os principais dispersores de andiroba, porém podem apresentar duplo comportamento em relação às sementes de andiroba. Além de serem dispersores (MARSHALL, 1939; FANSHAW, 1947; MELLINGER, 2006) também agem como predadores (McHARGUE; HARTSHORN, 1983). Segundo Janzen (1971) e Gautier-Hion et al. (1993) o comportamento alimentar de um animal está intimamente relacionado a quantidade de alimento disponível, ou seja, se a disponibilidade de alimento em uma determinada área for baixa os frugívoros podem atuar tanto como dispersores quanto predadores.

As sementes removidas pelos roedores, principalmente pela cutia e pela cutiara, são armazenadas (*scatterhoards*) para uma posterior alimentação (McHARGUE; HARTSHORN, 1983; PLOWDEN, 2004), o que propicia o ingresso de novos indivíduos à população, pois nem todas as sementes enterradas são encontradas, propiciando sendo que as sementes que foram esquecidas

Guariguata et al. (2002) salienta que as sementes provisionadas pelos roedores não apresenta melhores condições de germinação do que as sementes que ficam expostas no solo, porém a remoção dessas sementes para esconderijos, aliado ao distanciamento da planta matriz, representa mais chances de sobrevivência para as sementes (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971; FORGET et al. 1999).

Em seu estudo sobre remoção de sementes de *Carapa procera* na Guiana Francesa, espécie semelhante à *Carapa guianensis* e denominada na região amazônica de andirobinha por causa do tamanho reduzido de suas sementes em relação à andiroba (*Carapa guianensis*) (FERRAZ et al., 2003), Forget (1996) salienta que além da dispersão-predação por cutias e pacas, as citadas espécies podem ser consumidas por ratos e esquilos, eventualmente.

Em estudo sobre frutificação, produção e predação de frutos de *C. guianensis*, realizado no município de Breu Branco, sudeste do Estado do Pará, os principais predadores observados nas copas das árvores foram as araras. Neste mesmo estudo foi observado que os roedores foram responsáveis pela remoção de 98% das sementes (PENA, 2007).

A taxa de predação em *C. guianensis* é considerada muito alta. Em um estudo realizado no Panamá, foi registrada uma taxa de predação de 50-96% do número estimado de sementes (McHargue; Hartshorn 1983), isso porque os autores consideraram remoção como predação, assunto que é bastante questionado por Vander Wall et al. (2005).

A fauna existente nas áreas onde a coleta de sementes de andiroba pela população local é bastante intensa pode ser afetada, haja vista que a produção de sementes de andiroba é bastante irregular, indicando que é necessário conscientizar as populações a respeito da importância do manejo na coleta de sementes para viabilizar a permanência da fauna nestas áreas e garantir a auto-sustentabilidade dessas áreas (MELLINGER, 2006).

2 HIPÓTESES

1. Considerando época, a remoção de sementes de andiroba é mais intensa no período de escassez de frutos da espécie e, considerando ambientes, não há diferença entre o número de sementes removidas entre os ambientes nas épocas de oferta e escassez de frutos de andiroba;
2. As sementes de andiroba são removidas mais rapidamente na época de escassez de frutos da espécie, sendo que não há diferença no tempo de remoção entre os ambientes nesta época;
3. Os destinos das sementes removidas são diferentes em função das épocas e dos ambientes;
4. A predação (vertebrados e patógenos) de sementes de andiroba é diferente entre épocas, sendo maior no período em que a espécie não frutifica. Espera-se também diferença na predação em função do ambiente;
5. A predação de sementes por vertebrados é maior fora da parcela e no ambiente de terra firme enquanto que a predação por patógeno é maior dentro da parcela e em áreas ocasionalmente inundadas.
6. O período de oferta e de escassez frutos de andiroba não influencia na média das distâncias das sementes que são removidas e encontradas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Gerar informações sobre a dinâmica populacional de *Carapa guianensis* em relação à dispersão secundária e o destino das sementes removidas pelos dispersores/predadores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a dinâmica de remoção de sementes de andiroba em época de oferta e escassez de frutos da espécie e em dois ambientes;
- Comparar os destinos de sementes de andiroba em duas épocas (oferta e escassez de frutos) e em dois ambientes (ocasionalmente inundado e de terra firme);
- Quantificar a distância média das sementes que foram encontradas após a remoção, considerando época e ambiente;
- Capturar imagens e listar, se possível, a espécie ou o gênero dos vertebrados dispersores/predadores de sementes de andiroba.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido na Reserva Florestal da Embrapa Acre, localizada no município de Rio Branco-AC, rodovia BR-364, km 14, sentido Rio Branco-Porto Velho (Figura 7).



FIGURA 7 - Localização da Reserva Florestal da Embrapa – Acre.

Fonte: Google Earth (2008).

A Reserva possui aproximadamente 746 ha, situando-se entre as coordenadas geográficas de 10°01'22 "e 10°04'14" de latitude sul e de 67°40'3" e 67°42'43" de longitude a oeste de Greenwich. O clima é do tipo Aw (KÖPPEN, 1923) com uma estação seca bem definida entre os meses de junho e outubro. A precipitação média anual é de 1.700 mm e temperatura média anual de 25,5° C (OLIVEIRA, 1994). Os tipos de solos identificados e mapeados estão distribuídos entre as seguintes classes:

Latossolo Vermelho; Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos; Plintossolos e Gleissolos. A topografia na área varia de relevo plano a suave ondulado nos interflúvios e suave ondulado a ondulado nas áreas dissecadas pela rede de drenagem. (RODRIGUES et al., 2001).

A hidrografia é representada pelo igarapé Forquilha que corta a área em sentido diagonal, formando uma série de afluentes, na sua maioria temporários. Devido à topografia plana, o igarapé forma inúmeros meandros, que tornam seu traçado bastante complexo (OLIVEIRA, 1994).

A floresta é predominantemente aberta, mas é possível identificar três tipos de formações florestais: floresta densa, floresta aberta com bambu e capoeira (FUNTAC, 1989). As áreas ocupadas por floresta densa apresentam bom potencial de manejo tanto para o extrativismo como para a exploração madeireira (OLIVEIRA, 1994). Dentre as espécies de grande porte, a castanheira (*Bertholletia excelsa*) é a que mais se sobressai, ocorrendo de forma agrupada (RODRIGUES et al., 2001).

Além das três formações florestais identificadas pela Funtac (1989), há também o predomínio de floresta com cipós (RODRIGUES et al., 2001). Estas se caracterizam, principalmente, pela presença de fanerófitas sarmentosas. Já a floresta com bambu apresenta fisionomia marcante, apresentando um espaçamento maior entre as espécies arbóreas dominantes, caracterizando, dessa forma uma estrutura florestal mais aberta.

Além da reserva florestal, a área da Embrapa Acre possui vários espaços destinados à prática de experimentos científicos. A citada área faz fronteira com duas propriedades onde existem pastagens formadas e sofre interferências humanas em decorrência do grande número de famílias que estão estabelecidas no entorno, que mesmo sem permissão adentram na floresta para coletar frutos, principalmente da castanheira, e praticar caça.

4.2 DESENHO AMOSTRAL

Um estudo prévio, realizado nesta área encontrou uma densidade de andiroba com DAP ≥ 10 cm de 25,7 ind. ha⁻¹ em ambiente ocasionalmente inundado e 14,6 ind. ha⁻¹ em terra firme (KLIMAS et al., 2007). Os dados de mapeamento de duas parcelas deste estudo foram utilizados para a seleção aleatória de 10 árvores produtivas no ambiente ocasionalmente inundado e 10 no ambiente de terra firme (Figura 8). Cada árvore sorteada foi considerada como uma parcela.

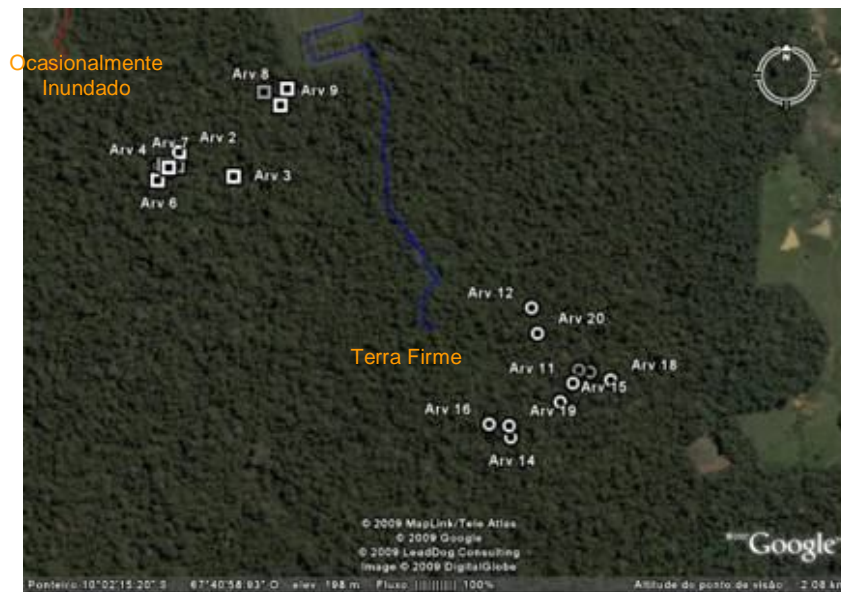


FIGURA 8– Localização das espécies em cada ambiente dentro da Reserva Florestal da Embrapa – Acre.

Fonte: Google Earth (2008).

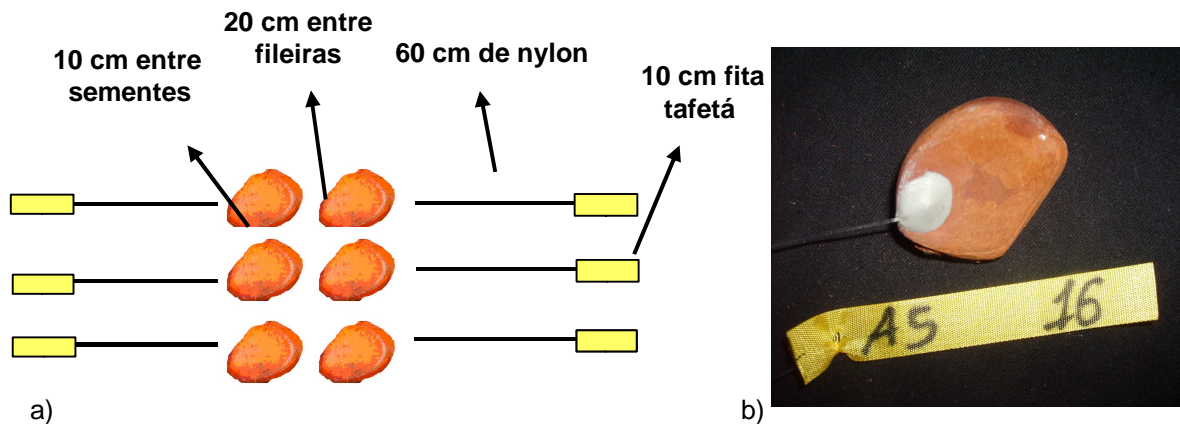


FIGURA 9 - Desenho amostral da disposição das sementes nas parcelas (a) e foto do fio de nylon preso à semente evidenciando detalhes da etiqueta (b) com o número da parcela (à esquerda da etiqueta) e número da semente (à direita da etiqueta).

Em cada parcela foram colocadas diretamente no solo 20 sementes de andiroba a uma distância de 10 m da base do tronco da árvore, dispostas em duas fileiras com uma distância de 10 cm entre as sementes e 20 cm entre as fileiras (Figura 9). Em cada semente foi preso um fio de nylon de 0,60 mm (Dourado[®]) de espessura e 60 cm de comprimento, sendo que na ponta do nylon foi amarrada uma fita de tafetá de 10 cm de cor amarela (FORGET, 1990; 1996) contendo dados referentes ao número da parcela e da semente. Para a fixação do nylon à semente foi utilizada uma solda a frio contendo resina epóxi, poliamida e cargas minerais (Durepox[®]).

O experimento, conforme detalhado acima, foi instalado na época de oferta (fevereiro de 2008) e de escassez de frutos da andiroba (novembro de 2008), sendo utilizada as mesmas árvores nas duas épocas analisadas.

4.3 COLETA DE DADOS

Para a instalação do experimento foram coletadas sementes na própria área de estudo, as quais foram inspecionadas quanto à infestação de larva ou fungos, sendo selecionadas apenas aquelas de boa qualidade. Na época de oferta de frutos (época I) as sementes foram utilizadas logo após a coleta. Para época de escassez de frutos (época II), foram armazenadas cerca de 800 sementes em câmara fria a -20°C de fevereiro a novembro. Antes da instalação do experimento foi feita outra inspeção nas sementes descartando aquelas com fungo ou germinadas.

A primeira coleta de dados foi realizada no mês de fevereiro/2008, período em que a andiroba estava frutificando, e a segunda no mês de novembro/2008, período de floração da andiroba. Durante a aplicação do experimento foram feitas anotações das demais espécies que estavam frutificando no período de oferta e de escassez de frutos de andiroba. Essas observações foram realizadas nas imediações das parcelas.

As 20 parcelas foram visitadas a cada 7 dias durante 4 semanas consecutivas em cada um dos períodos, sendo que a primeira coleta de dados teve início no dia 27 de fevereiro/2008 com término no dia 19 de março/2008 e a segunda coleta com início no dia 4 de novembro/2008 e término no dia 25 de novembro/2008.

A cada visita foram anotados para cada semente os seguintes dados: data, remoção (se a semente havia sido removida ou não); distância da semente removida em relação ao centro da parcela; destino da semente (no local, enterrada, sobre as folhas ou perdida) e condição da semente (intacta, predada por vertebrados ou predada por patógenos).

Para as análises, foram feitas combinações do destino e condição das sementes, sendo que para as sementes que foram removidas das parcelas (fora da parcela) foram consideradas as seguintes classificações:

1. Sementes removidas e deixadas intactas sobre as folhas;

2. Sementes removidas, porém com vestígios de predação por vertebrados e/ou patógenos;
3. Sementes enterradas;
4. Sementes perdidas;

E para as sementes que não foram removidas das parcelas (na parcela) foram atribuídas às seguintes classificações:

1. Sementes intactas;
2. Sementes predadas por vertebrados;
3. Sementes predadas por patógenos.

Todas as sementes foram procuradas a partir de um raio de até 15 m do centro da parcela. As sementes que não estavam dentro desse raio de busca ou que tiveram o fio de nylon cortado pelos vertebrados foram consideradas sementes perdidas.

Para a medição da distância das sementes encontradas, utilizou-se uma trena de 30 m e um marco físico (um prego de 3 polegadas enterrado no solo) que foi colocado no centro da parcela na primeira medição. Não houve reposição de sementes nas parcelas.

Neste estudo o termo “parcela” deve ser entendido como o local onde foram espostas as sementes no solo.

Com o objetivo de capturar imagens de possíveis dispersores/predadores das sementes de *C. guianensis* foram utilizadas três armadilhas fotográficas (Tigrinus[®]), sendo uma analógica modelo 6.0C versão 1.0 (Olympus[®]) e duas digitais modelo 6.0D versão 1.0 (Sony[®]). Durante a pesquisa as armadilhas digitais não funcionaram adequadamente, sendo utilizado apenas uma armadilha (analógica) fotográfica para capturar as imagens (Figura 10).



FIGURA 10 – Armadilha fotográfica analógica utilizada para capturar as imagens dos dispersores/predadores.

A cada 2 dias a armadilha fotográfica foi posicionada em uma parcela diferente, ou seja, apenas 14 parcelas foram contempladas, sendo 7 parcelas no baixio e 7 parcelas na terra firme. Além das armadilhas fotográficas, foi utilizado uma máquina digital (Samsung 5.0 MP) para registrar possíveis rastros de animais nas proximidades das parcelas.

Ao término das 4 semanas de monitoramento, a armadilha fotográfica foi posicionada nas proximidades do local onde as parcelas haviam sido instaladas, sendo colocadas no solo várias sementes de andiroba (seva) na tentativa de se obter novas imagens dos dispersores/predadores. Dessa forma as imagens dos animais, apresentadas nesta dissertação, foram capturadas tanto no experimento quanto nas sevas.

5 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram tabulados a partir das observações feitas nas parcelas, ou seja, para cada parcela foi anotado o número de sementes removidas e sua condição.

Como os dados coletados foram contagens do número de sementes para cada observação, os mesmos foram considerados como variável categórica e por isso foi utilizada estatística não paramétrica. Apenas para os dados de distância de remoção poderia ser utilizado estatística paramétrica, no entanto, a maioria das sementes não foram removidas, resultando em um número muito grande de sementes com distância zero. Essa situação dificultou uma análise estatística e por isso os dados serão apresentados apenas de forma descritiva.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o software SPSS 15.0, considerando sempre os efeitos de época (oferta e escassez de frutos de andiroba) e ambiente (ocasionalmente inundado e terra firme).

Para testar o efeito da época e do ambiente sobre a remoção de sementes foi utilizado o teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov Z, utilizando o número total de sementes removidas na quarta semana.

O tempo de remoção das sementes em cada época e ambiente foi avaliado calculando-se a porcentagem de sementes removidas a cada semana. Os resultados foram apresentados em forma de gráfico e comparados visualmente.

Para avaliar se houve diferença nos destinos das sementes nas duas épocas estudadas, o número total de sementes (quarta semana) em cada destino foi comparado por qui-quadrado.

Para avaliação da distância média de remoção das sementes, foram consideradas apenas as sementes removidas e encontradas. Foram considerados classes de distâncias com intervalos de três metros.

6 RESULTADOS

6.1 REMOÇÃO DE SEMENTES

O número médio de sementes removidas por árvore (parcela) na época de oferta de frutos (época I) foi 4,55 ($\pm 1,28$) e na época de escassez (época II) foi 8,15 ($\pm 1,12$). No geral, foram 22,75% ($N_{total}=400$) sementes removidas na época I e 40,75% sementes ($N_{total}=400$) removidas na época II. Sem considerar os ambientes, esses valores foram diferentes ($p = 0,013$), indicando que a remoção de sementes foi mais intensa na época II. Na época I, cerca de 30% das parcelas não tiveram nenhuma semente removida, enquanto que na época II apenas 10% das parcelas não tiveram sementes removidas.

Observações de campo realizadas nas imediações das parcelas evidenciaram que na época I, outras cinco espécies arbóreas também estavam frutificando no ambiente ocasionalmente inundado, enquanto que na época II não foram observadas espécies frutificando nessas mesmas imediações.

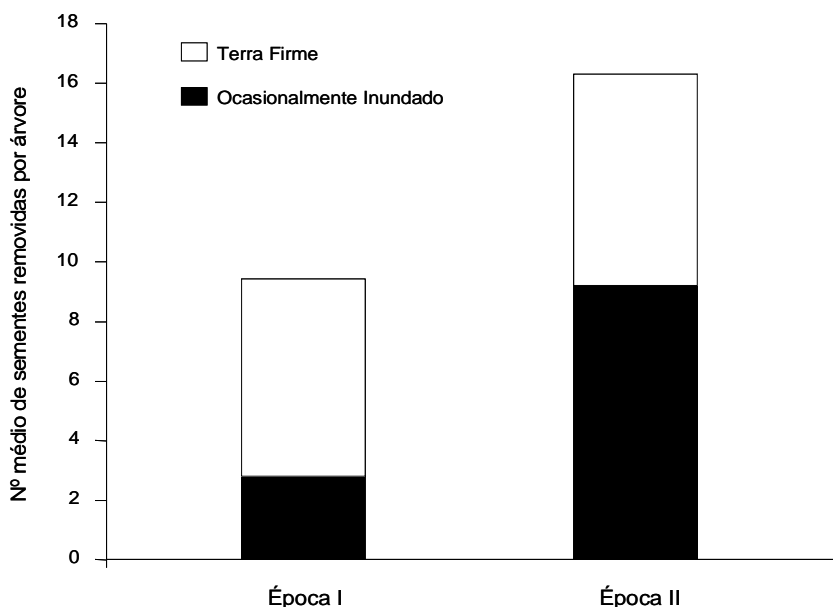


FIGURA 11 - Média do número de sementes removidas por árvore nas épocas I e II e nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Considerando os ambientes dentro de cada época (N=200 para cada ambiente em cada época), verificou-se que na época I houve diferença no número médio de sementes removidas por árvore ($p= 0, 0759$), sendo essa média maior na terra firme (Figura 11). No período de escassez de frutos de andiroba (época II), não houve diferença no número médio de sementes removidas por árvore entre ambientes ($p=0, 400$).

Comparando o mesmo ambiente em cada uma das épocas (Figura 12), observou-se que houve diferença na remoção de sementes para o ambiente ocasionalmente inundado ($p = 0, 015$) e não houve para a terra firme ($p = 0, 759$).

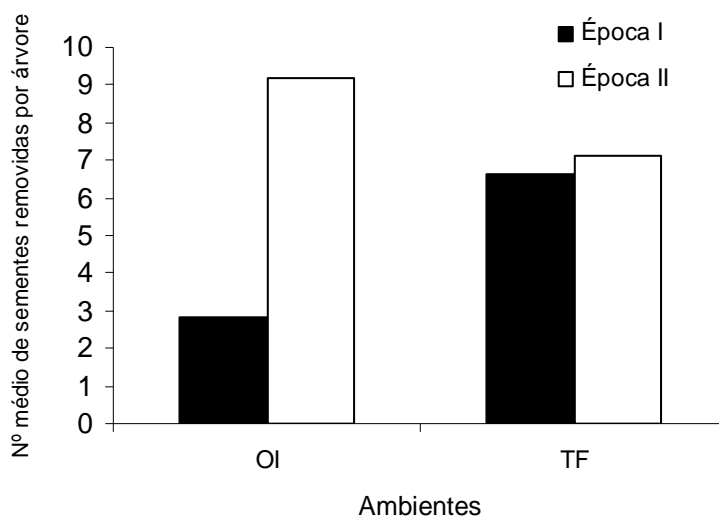


FIGURA 12 - Número médio de sementes de andiroba removidas por árvore em cada ambiente, por época.

Na época de oferta de frutos de andiroba o percentual acumulado de sementes removidas ao longo de quatro semanas foi maior na terra firme com mais que o dobro de sementes removidas em relação ao ambiente ocasionalmente inundado (Figura 13, lado esquerdo). Na época de escassez de frutos os percentuais de remoção se

mantiveram semelhantes nos dois ambientes (Figura 13, lado direito), porém com valores superiores aos da época de oferta de frutos (Figura 13, lado esquerdo).

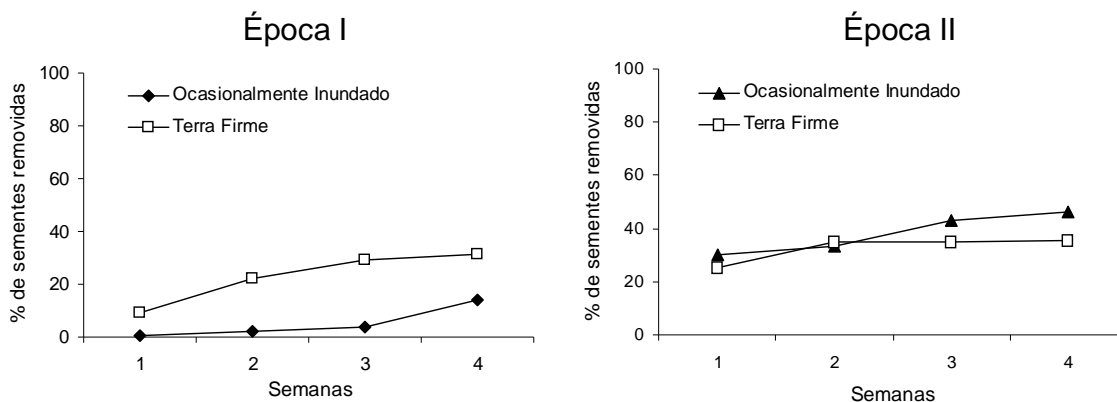


FIGURA 13 - Percentual acumulado da remoção de sementes nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme nas duas épocas na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

A análise do qui-quadrado mostrou que o total de sementes removidas a cada semana é diferente entre os ambientes de cada época ($p=0,0001$ e $p=0,0001$) (Figura 13) e entre as épocas ($p=0,0002$) (Figura 14).

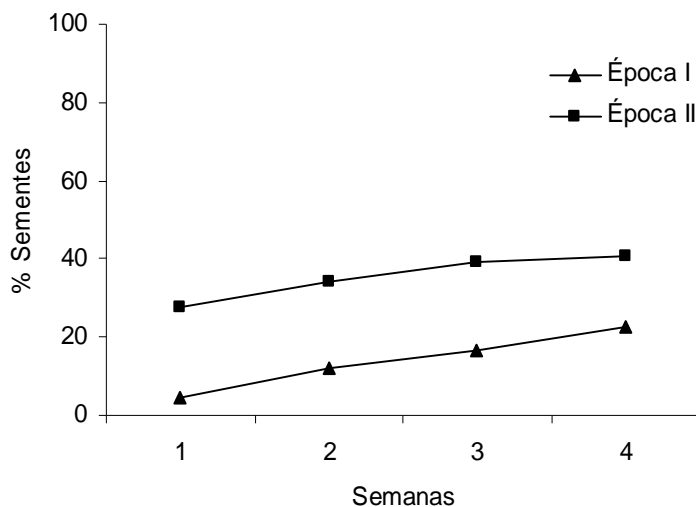


FIGURA 14 – Percentual acumulado da remoção de sementes nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Analisando os dados de remoção apenas por ambiente, a análise do qui-quadrado mostrou que o total de sementes removidas a cada semana é diferente entre os ambientes ($p= 0, 0001$), com um maior percentual de remoção acumulada no ambiente e terra firme (Figura 15).

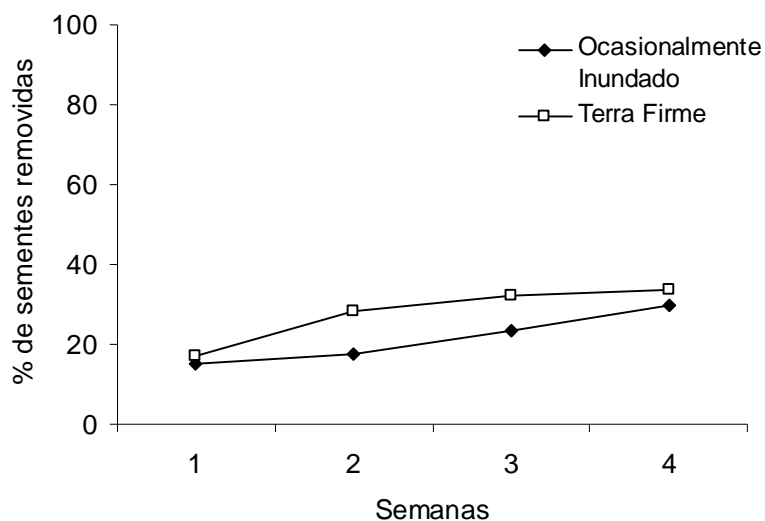


FIGURA 15 – Percentual acumulado da remoção de sementes em cada ambiente na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

6.2 DESTINO DAS SEMENTES DE *C. Guianensis*

Os destinos avaliados para as sementes de andiroba foram diferentes entre as épocas de oferta e de escassez de frutos de andiroba ($p = 0, 0001$).

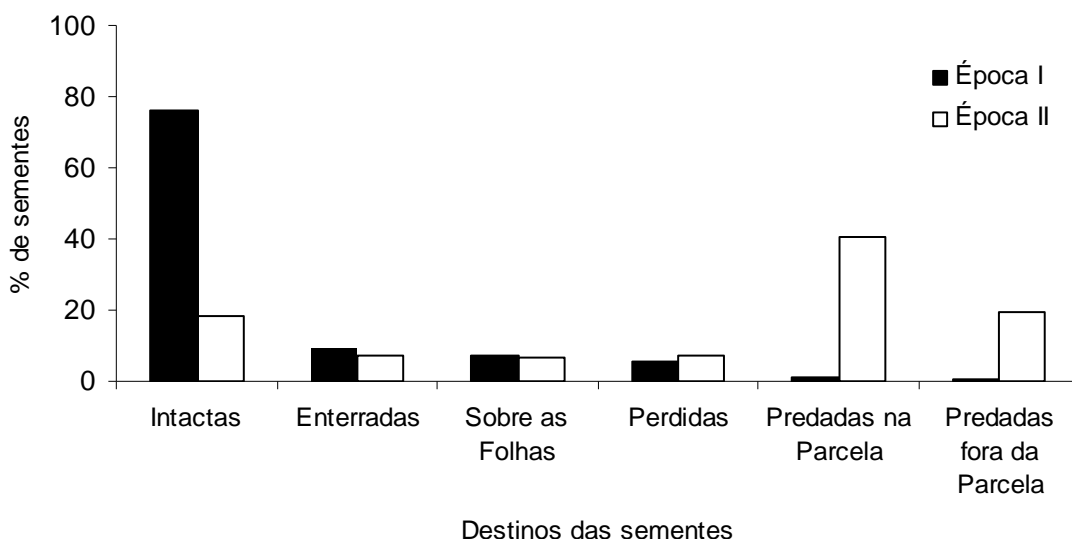


FIGURA 16 – Percentagem das sementes em cada destino, para a época I (N=400) e época II (N=400) na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa - Acre, Brasil.

Na época I o principal destino das sementes foi as mesmas ficarem intactas, ou seja, permaneceram nas parcelas sem sofrer nenhum tipo de ação. Já na época II, o principal destino foi a predação das sementes dentro das parcelas (Figura 16).

Considerando os ambientes dentro de época, houve diferença no destino das sementes para a época de oferta de frutos ($X^2 = 24, 232$; $p = 0.0002$), sendo observado uma maior ação da fauna na terra firme do que no ambiente ocasionalmente inundado, especialmente em relação à predação (Tabela 1). Na época em que a andiroba não estava frutificando (época II) os destinos também foram diferentes entre os ambientes ($X^2 = 23, 038$; $p = 0, 0003$), porém a ação da fauna foi semelhante para os dois ambientes avaliados (Tabela 1).

De um modo geral, as sementes foram mais removidas e predadas na época II, onde apenas 18,5% (N=400) das sementes ficaram intactas nas parcelas, enquanto que na época I foi registrado 76,25% (N=400) das sementes intactas.

TABELA 1 - Percentual de sementes em cada destino considerado para as sementes de andiroba, por época e ambiente

DESTINOS	ÉPOCA I		ÉPOCA II	
	OI ^a	TF ^b	OI	TF
	(N=200)	(N=200)	(N=200)	(N=200)
Sobre as folhas	3,5	10,5	8	5,5
Enterradas	6	13	12,5	2,5
Perdidas	4,5	7	18,5	20
Predadas fora da parcela	0	1	7	7,5
Predadas na parcela	0	2	32,5	49
Intactas	86	66,5	21,5	15,5

^a Ambiente Ocasionalmente Inundado; ^b Ambiente de Terra Firme.

Comparando somente os destinos das sementes que foram removidas das parcelas (sementes sobre as folhas, enterradas, perdidas e predadas fora da parcela) em relação à época (Figura 17), os resultados mostraram que houve diferença significativa apenas para as sementes perdidas e predadas ($p=0,0001$; $p=0,0001$, respectivamente), sendo os valores maiores para a época II.

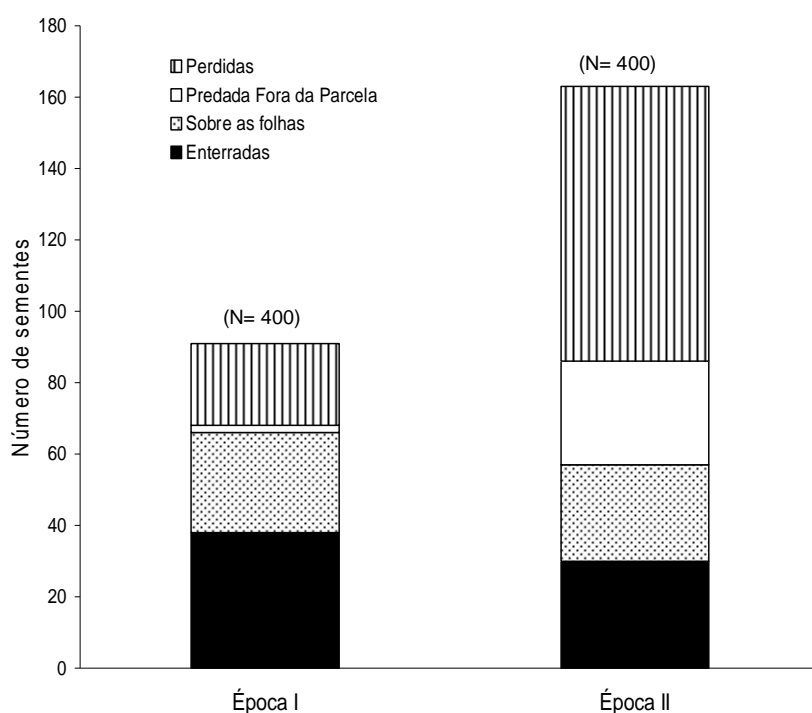


FIGURA 17 – Número de sementes removidas por época e destino na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Foram perdidas 25,3% (N=91) das sementes removidas na época I, sendo 7,7% sementes perdidas com o fio de nylon e 17,6% perdidas sem o fio. Na época II foram perdidas 47,2% (N=163) das sementes removidas, onde 17,2% foram perdidas com o fio de nylon e 30,1% foram perdidas sem o fio. As sementes perdidas sem o fio de nylon foram aquelas em que os animais cortaram o fio e levaram a semente embora, as perdidas com o fio de nylon foram aquelas removidas a uma distância superior a 15 m.

6.3 PREDACÃO

O número de sementes predadas foi diferente entre as épocas ($p=0,0001$). Na época I apenas 1,5% (N=400) das sementes foram predadas enquanto que na época II esse valor foi de 48% (N=400).

Na época I, observa-se que todas as sementes que foram predadas fora ou dentro das parcelas estavam em ambiente de terra firme e que a predação ocorreu pela ação de vertebrados (Figura 18, lado esquerdo). Já na época II, observou-se que a predação foi mais intensa e diferente entre os ambientes ($p=0,0141$), porém nos dois ambientes a predação por patógenos só ocorreu dentro das parcelas.

No ambiente ocasionalmente inundado (Figura 18, lado direito), as sementes foram predadas tanto por patógenos quanto por vertebrados (Figura 19), não havendo diferença significativa entre esses valores. No ambiente de terra firme, as sementes também foram predadas pela ação de patógenos e vertebrados (Figura 18, lado direito), porém cerca de 70% das sementes foram predadas pela ação dos vertebrados, demonstrando que a ação dos predadores neste ambiente foi diferente ($p=0,0001$).

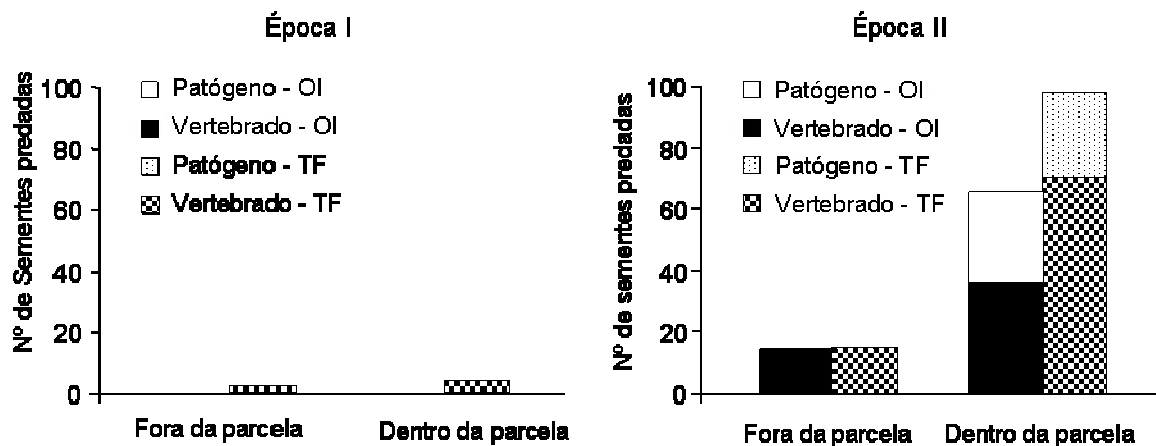


FIGURA 18 - Predação de sementes por patógenos e vertebrados dentro e fora das parcelas nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa - Acre, Brasil.



FIGURA 19 – Predação de sementes por vertebrados (esq.) e fungos (dir.).

A predação por vertebrados (Figura 20), independente dos ambientes e de ser dentro ou fora das parcelas, foi diferente entre as épocas ($p= 0, 0001$). Na época I foram apenas 1,5% (N=400) sementes predadas por vertebrados e na época II foram 33,75% (N=400).

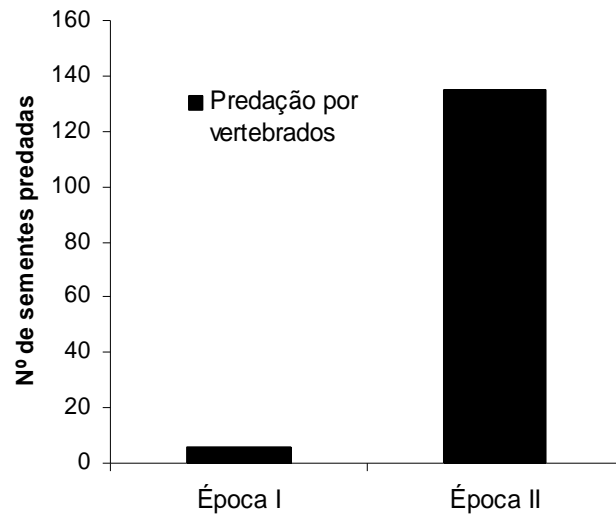


FIGURA 20 – Predação de sementes por vertebrados na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

6.4 DISTÂNCIAS DE REMOÇÃO DAS SEMENTES

De todas as sementes avaliadas (N=400 por época), apenas 17% foram removidas e encontradas na época I e 21,5% na época II.

A maioria das sementes removidas e encontradas nas épocas I e II estava a distâncias de até 3 m do centro da parcela (Tabela 2).

TABELA 2 - Porcentagens das sementes encontradas após a remoção em classes de distâncias por época e local

Distância (m)	ÉPOCA I		ÉPOCA II	
	OI ^a	TF ^b	OI	TF
	(N=19)	(N=49)	(N=55)	(N=31)
0 < d ≤ 3	57,89	91,84	67,27	38,71
3 < d ≤ 6	42,11	8,16	29,09	54,84
6 < d ≤ 9	0,0	0,00	3,64	6,45
9 < d ≤ 12	0,0	0,0	0,0	0,0
12 < d ≤ 15	0,0	0,0	0,0	0,0

^a Ambiente Ocasionalmente Inundado; ^b Ambiente de Terra Firme.

No ambiente ocasionalmente inundado (Figura 21), a distância média de remoção das sementes foi de 2,78 m ($\pm 1,97$) na época I e de 2,63 m ($\pm 1,56$) na época II. No ambiente de terra firme (Figura 21), essa média foi de 1,51 m ($\pm 1,21$) na época I e de 3,78 m ($\pm 1,46$) na época II.

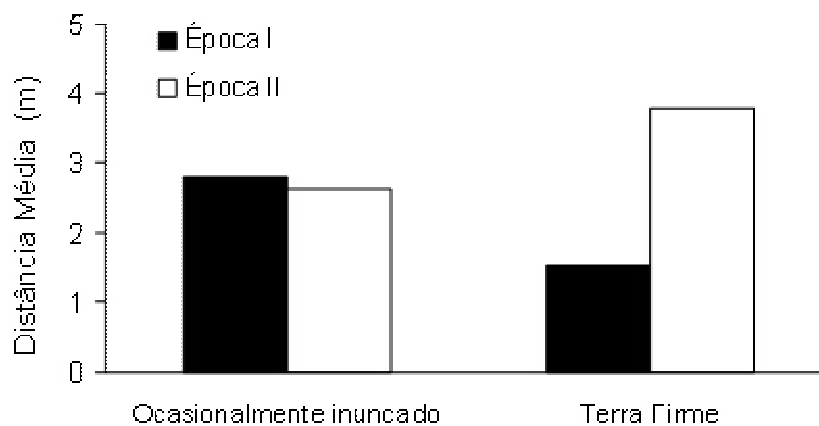


FIGURA 21 - Distância média das sementes removidas e encontradas nos ambientes ocasionalmente inundado e de terra firme nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Considerando apenas época, a distância média das sementes removidas foi de 1,87 ($\pm 1,56$) na época I e 3,05 ($\pm 1,61$) na época II.

Considerando o total de sementes encontradas após a remoção (N=154), sem distinção de época e ambiente, a distância média das sementes removidas foi 2,52 ($\pm 1,68$), com 68,18% das sementes a uma distância de até 3 m do centro da parcela.

6.5 IMAGENS DOS POSSÍVEIS DISPERSORES/PREDADORES CAPTURADAS PELA ARMADILHA FOTOGRÁFICA

A armadilha fotográfica capturou imagens de cutiara (*Myoprocta pratti*), cutia (*Dasyprocta fuliginosa*), tatus rabo chato e rabo de couro (nomes populares), paca (*Cuniculus paca*), quati (*Nasua nasua*) e ratos (*Proechimys* spp.).

Todos os roedores que tiveram suas imagens capturadas pela armadilha fotográfica foram classificados de acordo com o Guia dos Roedores do Brasil (BONVICINO et. al, 2008).

A cutiara foi o animal com maior número de registros fotográficos, aproximadamente 50. As imagens mostram algumas cutiaras comendo as sementes de andiroba nas parcelas (Figura 22).



FIGURA 22 - Imagens das cutiarias (*Myoprocta pratti*) fotografadas pela armadilha fotográfica na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

A cutia (*Dasyprocta fuliginosa*) não foi tão assídua nas parcelas de andiroba quanto a cutiara. No decorrer do experimento, a armadilha fotográfica capturou seis imagens desse roedor. Observa-se que uma cutia fêmea foi fotografada no momento em que removia uma semente do experimento (Figura 23, lado esquerdo).



FIGURA 23 - Imagens das cutias (*Dasyoprocta fuliginosa*) fotografadas pela armadilha fotográfica na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Os tatus tiveram apenas duas imagens registradas pela armadilha fotográfica no decorrer do experimento realizado nas épocas I e II (Figura 24).



FIGURA 24 - Imagens dos tatus rabo chato (à esq.) e rabo de couro (à dir.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Alguns animais como a paca (*Cuniculus paca*) e o quati (*Nasua nasua*) tiveram apenas um registro fotográfico (Figura 25).



FIGURA 25 - Imagens da paca (*Cuniculus paca*) e do quati (*Nasua nasua*) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

Os ratos, possivelmente do gênero *Proechimys* spp., tiveram apenas quatro registros fotográficos capturados pela armadilha (Figura 26). Observa-se que um deles está com a etiqueta de identificação de uma semente na boca (Figura 26, lado direito).



FIGURA 26 - Imagens dos ratos (*Proechimys* spp.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Florestal da Embrapa – Acre, Brasil.

7 DISCUSSÃO

7.1 REMOÇÃO

Conforme as imagens capturadas pela armadilha fotográfica, a remoção das sementes de *C. guianensis* na área de estudo está associada à presença de cutiaras, cutias, tatus, pacas, quatis e ratos, indicando que este recurso é uma fonte de alimentação para vários agentes dispersores/predadores. Quanto maior o número de agentes dispersores maiores serão as taxas de remoção de sementes (BLEHER; BOHNING-GAESE, 2001; GUARIGUATA et al., 2000).

Este estudo demonstrou que, sem considerar o ambiente de ocorrência da espécie, a remoção de sementes de andiroba foi diferente nas épocas de oferta e de escassez de frutos, porém é necessário observar que o pico de frutificação da andiroba no local desse estudo ocorreu ao mesmo tempo em que outras espécies estavam frutificando e dispersando seus frutos, ou seja, a disponibilidade de alimento nessa época era abundante. Outro fato importante, é que no período de escassez de frutos de andiroba foram observadas duas espécies na fase inicial de frutificação, na segunda e terceira semanas de monitoramento, respectivamente. É possível que a falta de alimento no período que antecedeu a segunda coleta de dados (época II), tenha despertado o interesse dos animais pelas sementes de andiroba, pois a proporção de sementes removidas está relacionada com a disponibilidade relativa e absoluta das sementes; com o valor nutricional relativo; e com a disponibilidade de sementes no decorrer dos anos (SMALLWOOD; PETERS, 1986).

Em um estudo sobre remoção e destino de sementes de *Carapa procera* (Meliaceae) na Guiana Francesa, Forget (1996) observou que a disponibilidade de frutos de outras espécies no mesmo período em que *C. procera* frutificava reduziu a preferência alimentar dos animais pelas sementes de *C. procera* (conhecida na

Amazônia como andirobinha), afetando diretamente a taxa de remoção e predação de sementes.

Quando ambiente foi considerado, observou-se que esta variável teve efeito na remoção de sementes apenas na época de oferta de sementes de andiroba. No ambiente de terra firme houve maior remoção das sementes na época I talvez pelo número reduzido de outras espécies frutificando neste ambiente, o que pode ter levado a uma escassez de alimento para a fauna sendo as sementes do experimento um atrativo. Já no ambiente ocasionalmente inundado, acredita-se que os animais não foram atraídos pelas sementes de andiroba devido a oferta de frutos de outras espécies.

Embora não tenha sido testado se a disponibilidade ou não de alimentos variados possa afetar a remoção de sementes de andiroba, observações de campo reforçam a idéia de que essa tenha sido a principal causa da diferença entre o número de sementes de andiroba removidas entre as épocas e os ambientes. A possibilidade de que outras espécies frutificando possam interferir na remoção de sementes de andiroba também foi observada por Mellinger (2006).

Em um estudo sobre frugivoria e remoção de sementes de *Tetragastris altissima* na Guiana Francesa, Ratiarison e Forget (2005) relatam que a defaunação de frugívoros especialistas também pode ser uma explicação para o baixo número de sementes removidas, sendo que a defaunação como consequência da caça geralmente está associada com o tamanho da área e com a proximidade de áreas urbanas (PERES, 2001).

7.2 REMOÇÃO DE SEMENTES NOS PERÍODO DE OFERTA E DE ESCASSEZ DE FRUTOS DE ANDIROBA

Durante as quatro semanas de monitoramento foram removidas 22,75% das sementes na época I e 40,75% das sementes na época II (N = 400 sementes para cada época). Considerando os ambientes estudados, na época I foram removidas no total 31,5% e 14% das sementes na terra firme e ocasionalmente inundado,

respectivamente. Na época II, para os mesmos ambientes (N = 200 para cada ambiente), foram removidas 35,5% e 46% das sementes, respectivamente.

Tendo em vista que a produção de frutos de andiroba em 2008 foi muito superior e mais sincronizada em relação à produção de 2007, a presença de frutos e sementes de andiroba debaixo da copa das árvores onde foram instaladas as parcelas pode ter interferido no tempo de remoção das sementes na época I, especialmente para o ambiente ocasionalmente inundado, onde a remoção foi menor e mais lenta. Nesse ambiente, houve uma quantidade excessiva de sementes de andiroba e também se observou um maior número de outras espécies frutificando neste mesmo período, o que pode ter diminuído o interesse da fauna pelas sementes de andiroba.

Quando há pouca disponibilidade de alimento, independente da preferência, todas as sementes consumíveis são removidas mais rapidamente, enquanto que em épocas de elevada produção de frutos os animais se concentram nas espécies cuja dieta é a mais preferida (JANSEN; FORGET, 2001). Essa pode ser uma explicação para a maior remoção de predação das sementes de andiroba na época de escassez.

Em um estudo sobre dispersão de sementes na Guiana Francesa, Forget (1990) comparou a taxa de remoção de sementes de *Vouacapoua americana* pelos roedores caviomorfos em dois ambientes distintos no período em que a espécie estava frutificando, às margens de um riacho e em topo de morro. Neste estudo foi observado que durante o período que *Vouacapoua americana* frutificava a remoção de sementes nas margens do lago foi baixa durante todo o mês de monitoramento, enquanto que no topo de morro a remoção se manteve baixa até o sétimo dia de monitoramento, aumentando em seguida e atingindo cerca de 96% de sementes removidas (N=100), sendo que o aumento na taxa de remoção coincidiu com o término do período de frutificação da espécie. Embora não tenha sido citado neste estudo se haviam outras espécies frutificando no mesmo período em que *Vouacapoua americana* frutificava, nota-se que durante o período em que a espécie frutificava a ação dos dispersores sobre as sementes foi diferente nos dois ambientes, diferenças que também foram

observadas neste estudo entre os ambientes de terra firme e ocasionalmente inundado no período de oferta de frutos da andiroba.

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Mellinger (2006) verificou que a remoção de sementes de andiroba (*C. Guianensis*) variou espacialmente, havendo lugares onde todas as sementes foram removidas logo nos primeiros dias do experimento e outros onde a remoção foi extremamente insignificante. Neste estudo a autora considerou a menor presença ou ausência de outras espécies frutificando nas proximidades das parcelas como uma provável causa da alta e rápida remoção das sementes de andiroba, fazendo com que os predadores se concentrassem nas sementes de andiroba.

A produção de frutos de andiroba ocorrendo ao mesmo tempo em que outras espécies estão frutificando parece ser uma condição inoportuna para a dispersão secundária de sementes de andiroba por vertebrados no ambiente ocasionalmente inundado. Talvez a baixa remoção de sementes de andiroba por vertebrados nesse ambiente seja compensada pela remoção das sementes pelas enxurradas, haja vista que a dispersão primária coincide com o período chuvoso e observações de campo comprovam o desaparecimento de sementes após chuvas fortes.

7.3 DESTINO DAS SEMENTES

O destino que um animal dará a uma semente após removê-la dependerá do comportamento alimentar do mesmo e do tratamento que este dará ao fruto (ESTRADA E COATES – ESTRADA, 1984; JORDANO; SCHUPP, 2000). Neste estudo, os destinos das sementes de andiroba foram diferentes em função da época e do ambiente. Na época I a maioria das sementes permaneceu intacta nas parcelas, enquanto que na época II o principal destino foi a predação. Considerando que a quantidade de sementes enterradas pode ser afetada pela quantidade de alimento disponível (JANZEN, 1971), esperava-se que o principal destino das sementes de andiroba na época I tivesse sido sementes enterradas e não intactas.

Considerando o comportamento alimentar dos roedores *scatterhoard*, como a cutia e a cutiara, principais dispersores de sementes de andiroba (McHARGUE; HARTSHORN, 1983; PLOWDEN, 2004) e da castanheira (PRANCE; MORI, 1979; MORI; PRANCE, 1990; SCHUPP, 1993; TERBORGH et al., 1993; ORTIZ, 1995; BAIDER, 2000; ZUIDEMA, 2003; CYMERYYS et al., 2005), acredita-se que, pelo fato de a primeira coleta de dados ter sido realizada logo após a safra de castanha, nessa mesma área, talvez esses animais tenham depositado sementes de castanha para posterior alimentação, não interessando aos mesmos depositar sementes de andiroba, o que poderia indicar uma preferência pelas sementes de castanha-do-brasil. Outra suposição é que além de já haverem comido e enterrado sementes de castanha, a presença das outras espécies que estavam frutificando ao mesmo tempo em que a andiroba também frutificava possa ter contribuído para a permanência da maioria das sementes intactas nas parcelas na época I.

Segundo Janzen (1971) o que irá definir um animal como dispersor ou predador de sementes de uma determinada espécie será a disponibilidade de alimento naquele período. Essa afirmação se encaixou muito bem aos resultados dos destinos das sementes de andiroba na época de escassez de frutos, uma vez que o principal destino das sementes nesta época foi a predação. Enquanto na época I havia abundância de sementes de andiroba e de outras espécies, os animais interagiram pouco com as sementes de andiroba do experimento, diminuindo a ação sobre as mesmas. Já na época II a situação se inverteu, pois a escassez de frutos tanto de andiroba como de outras espécies proporcionou uma maior interação dos animais com as sementes do experimento, aumentando a dinâmica entre os destinos das sementes.

A ação dos animais sobre as sementes de andiroba nos ambientes da época I ocorreu de forma mais intensa na terra firme, onde houve menor disponibilidade de alimento. Se a eficiência de um dispersor é medida pela qualidade e quantidade de sementes disponíveis (SCHUPP, 1993), podemos então concluir que as sementes de andiroba não foram efetivamente dispersas no ambiente ocasionalmente inundado da época I porque os dispersores/predadores foram atraídos pela qualidade das sementes das outras espécies que estavam frutificando, ou seja, havia quantidade de sementes

de andiroba disponíveis para a fauna, porém a qualidade dessas sementes possivelmente tenham sido inferior em relação às sementes disponíveis das outras espécies, afetando a remoção e a efetiva dispersão das sementes de andiroba nesse ambiente. Na época II, a ação dos animais sobre as sementes foi intensa nos dois ambientes, provavelmente devido à escassez de frutos de andiroba e de outras espécies.

A baixa interação dos animais com as sementes de andiroba no período em que a espécie frutificava e a alta interação no período de escassez de frutos de andiroba foram situações também observadas por Forget (1996) com a espécie *Carapa procera*, haja vista que a remoção de sementes aumentou gradualmente conforme diminuía a oferta de sementes de *C. procera*.

De um modo geral pode-se dizer que as sementes de andiroba são menos procuradas por vertebrados quando há maior abundância de frutos de outras espécies, podendo afetar o recrutamento de novos indivíduos e a colonização em outros locais já que as chances de as sementes serem removidas se tornam reduzidas (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971).

7.4 PREDACÃO DAS SEMENTES

A predação de sementes pode variar no tempo e no espaço (MYSTER; PICKETT, 1993) devido a densidade e composição das espécies, seleção de habitat e a presença de pequenos mamíferos predadores de sementes (OSTFELD et al., 1997).

Na época de escassez de frutos, tanto de andiroba quanto de outras espécies, a predação de sementes por vertebrados foi alta nos dois ambientes. Esses resultados corroboram o que já havia sido observado no Panamá por Smythe (1978), pois quando houve abundância alimentar a deposição de sementes (sementes enterradas) foi maior e a predação praticamente não existiu. Já na escassez de frutos a deposição de sementes foi baixa e a predação foi alta presumindo-se que, os vertebrados que antes (período de oferta) haviam atuado mais como dispersores mudaram seu comportamento

no período de escassez, atuando desta vez como predadores, em decorrência da baixa disponibilidade de alimento na área Janzen (1971).

Acredita-se que por se tratar de um período de escassez de frutos, em que possivelmente os vertebrados se encontravam no limite de suas reservas alimentares, os animais não tiveram interesse em remover as sementes para comê-las em outros locais, pois certamente correriam o risco de perder o alimento para outros concorrentes, sendo mais oportuno comer as sementes ali mesmo na parcela.

Com relação à predação por patógenos, foi observado que a mesma só ocorreu no período de escassez e no ambiente ocasionalmente inundado. Talvez essas sementes já estivessem contaminadas por patógenos antes de serem inseridas no ambiente, pois ficaram acondicionadas por mais de 8 meses em câmara fria até a realização do experimento, onde por algumas vezes foi observado e retirado da câmara sementes contaminadas por fungos. A alta umidade do ambiente ocasionalmente inundado deve ter favorecido a contaminação por fungos.

7.5 DISTÂNCIA DAS SEMENTES ENCONTRADAS APÓS A REMOÇÃO

A distância de remoção das sementes foi relativamente curta e o fato de a espécie está ou não frutificando não interferiu na média das distâncias. A maioria das sementes foi removida a uma distância de até 3 m do centro da parcela. Esses resultados estão de acordo com outros estudos sobre remoção de sementes, onde os principais dispersores também eram roedores e as sementes também eram deixadas a curtas distâncias em relação ao ponto de origem (FORGET, 1990; 1992; CINTRA, 1998; PIMENTEL; TABARELLI, 2004; DONATTI, 2004).

7.6 IMAGENS CAPTURADAS PELA ARMADILHA FOTOGRÁFICA

As imagens capturadas pela armadilha fotográfica na área de estudo indicam que as sementes de andiroba são um atrativo alimentar para cutiaras (*Myoprocta pratti*),

cutias (*Dasyprocta fuliginosa*), pacas (*Cuniculus paca*), tatus, como descrito em outros estudos (McHARGUE; HARTSHORN, 1983; HALL et al., 1994), quatis e ratos, porém apenas a cutiara e a cutia foram fotografados exercendo alguma ação sobre as sementes, seja comendo ou transportando para outros lugares.

Acredita-se que todos os animais que foram fotografados nas parcelas de andiroba sejam predadores, porém a cutiara e a cutia por tratar-se de animais que transportam e armazenam as sementes para uma posterior alimentação (*Scatterhoarding*) podem atuar eventualmente como dispersores e serem dentre os predadores de sementes de andiroba os roedores mais eficientes na dispersão de sementes de andiroba. Forget (1996, 1999) relata a eficiência desses roedores como dispersores de *Carapa procera* (andirobinha), espécie semelhante à *Carapa guianensis* e que ocorre também em habitats similares (PENNINGTON et al., 1981).

Embora não saibamos quanto tempo as sementes de andiroba enterradas pelas cutiaras e cutias permanecerão armazenadas, provavelmente algumas serão encontrados e comidas mais tarde. Segundo Vander Wall (2002), os roedores *food hoarding* desenterram as sementes que já estavam estocadas e as armazenam novamente em outros locais por pelo menos 5 vezes, sendo que a probabilidade de uma semente que estava enterrada ser predada durante essa movimentação é bem maior em relação à primeira vez que a semente foi enterrada.

8 IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO

A andiroba é uma espécie que ocorre tanto em ambientes ocasionalmente inundados quanto em terra firme e, de certa forma, isso é uma vantagem adaptativa para a espécie. Nesse estudo não foi observado uma dependência direta dos dispersores/predadores com as sementes de andiroba em ambos ambientes, pois a maioria das sementes permaneceu intacta nas parcelas.

Este resultado indica que provavelmente a fauna não seja o principal responsável pela dispersão de sementes e recrutamento de novas plantas. Embora não se saiba a situação do local estudado em relação à fauna, e seja notória a presença de caçadores no local, não se pode dizer que a floresta esteja defaunada, pois a armadilha fotográfica capturou imagens de seis espécies animais na área. Mesmo que os registros fotográficos dessas seis espécies seja em pouca quantidade, as principais espécies dispersoras/predadoras de sementes de andiroba ainda estão presentes na área de estudo.

A ação da água das chuvas na dispersão secundária das sementes de andiroba parece ser um fator predominante na dispersão das sementes. Na área de estudo, a densidade de andiroba na terra firme é menor que nos ambientes que inundam na época das chuvas (Klimas et al., 2007), gerando a impressão de que os ambientes baixos são preferidos pela espécie. No entanto, estudos sobre produção de sementes e regeneração da andiroba têm mostrado que não há diferenças na produtividade individual das árvores e no recrutamento de novos indivíduos quando se considera os ambientes de terra firme e ocasionalmente inundado (Wadt et al., 2008; Klimas et al., 2008). Estes resultados evidenciam que em ambos ambientes a espécie se estabelece e se desenvolve muito bem, porém a diferença na densidade de indivíduos entre as duas áreas pode ser atribuída aos agentes dispersores e, nesse, caso, o ambiente ocasionalmente inundado teria mais sucesso na dispersão de sementes, pois além da fauna conta com as vantagens do ambiente que, através das enxurradas e do

transbordamento dos igarapés, propicia o arraste das sementes do chão da floresta e as transporta a longas distâncias da árvore parental.

A proporção de árvores que frutifica a cada ano é pequena, podendo haver picos de produção em determinado ano (Wadt et al., 2008). Mesmo nos anos de alta produção o número de indivíduos recrutados que irão formar a nova geração populacional é pequeno, havendo uma grande perda de sementes, principalmente, pelo ataque da larva de *Hypsipyla ferrealis*, inviabilizando a germinação das sementes. Outro fator que favorece a perda de sementes viáveis é o ataque por fungos, principalmente nos locais inundáveis.

Considerando os resultados aqui apresentados, pode-se inferir que a eficiência de regeneração da andiroba, pelo menos no local desse estudo, é muito baixa, suportando uma indicação de que a coleta sistemática de sementes para a produção de óleo de andiroba pode ser sustentável, desde que seja considerado um intervalo de tempo entre cada coleta. No caso da andiroba, a sugestão de deixar na floresta uma parte das sementes produzidas para a alimentação da fauna e regeneração da população pode ser substituída pela definição de um intervalo mínimo de coleta de sementes numa mesma área. Isto porque a fauna não aprecia muito as sementes de andiroba e também porque a maior parte das sementes caídas debaixo da copa das árvores são predadas (larvas ou fungos), sendo poucas as sementes que irão contribuir para a regeneração. Partindo desse princípio, a coleta de sementes debaixo das árvores em um curto intervalo de tempo pode ser considerada sustentável.

Provavelmente o sucesso da regeneração das sementes de andiroba seja explicado pela teoria de Janzen (1970) e Connell (1971), em que plântulas localizadas longe das matrizes tenham maiores chances de estabelecimento.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. C.; ALMEIDA, R. A.; FERNANDES, N. P. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra-firme na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v. 9, n.1, p.163-198, 1979.
- AUBLET, F. **Historie dès plantes de la Guiane Francaise**. Supl. J. Cramer, Germany, v. 1. p. 32-34, 1977
- AZEVEDO, V. R.; KLIMAS, C.; CORREIA, M. F.; WADT, L. H. O. Regeneracion de plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet) em dos tipos de ambientes, Acre, Brasil. In: IV Reunion sobre investigaci3n forestal - Hacia um modelo de manejo forestal comunitário, 2008, Cobija. **Conferencias y Resúmenes**. Cobija, 2008. 181 p.
- BAIDER, C. **Demografia e ecologia de dispers3o de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecythidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental**. 2000. 81 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BECKER, V. O. Microlepidópteras que vivem nas essencias florestais do Brasil. *Hypsipyla ferrrealis* (Hampson) (Lepidóptera, Pyralidae, Phycitinae), broca da andiroba, *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae). **Floresta**, v. 3, p. 85-90, 1971.
- BENA, P. *Carapa guanensis* Aublet. In: **Essences forestières de Guyane**. Imprimerie Nationale, Paris. 1960. p. 228-231.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 3, set. p. 269-275, 2002.
- BLEHER, B.; BOHNING-GAESE, K. Consequences of frugivores diversity for seed dispersal, seedling stablishment and spatial pattern of seedlings and trees. **Oecologia**, v. 129, n. 3, nov. p. 385-394, 2001.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa: OPAS/OMS. Rio de Janeiro, 2008, 120 p. (Manual Técnico, 11).
- BOUFLEUER, N. T. **Avaliação ecológica da *Carapa guianensis* Aublet. (Andiroba) no Estado do Acre**. Secretaria Executiva de Florestas e Extrativismo do Estado do Acre, 2000. 40 p. Relatório.

BOUFLEUER, N. T.; LACERDA, C. M. B.; GANDARA, F. B.; REIS, M. S.; OLIVEIRA, A. M. A.; KAGEYAMA, P. Y.; SOUSA, M. M. M.; SOUSA, A. D. Estrutura populacional de *Carapa guianensis* Aublet. (Andiroba) visando o manejo da espécie em seringais do Estado do Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 5. 2001, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 178.

BOUFLEUER, N. T. **Aspectos ecológicos de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet., Meliaceae), como subsídio ao manejo e conservação.** 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

BRADLEY, J. D. Descriptions of two new genera of phycitinae associated with *Hipsipyla robusta* (Moore) on Meliaceae in Nigeria (Lepdoptera, Pyralidae). **Bulletin of entomological research**, v. 57, p. 605-613, 1968.

CARRUYO, L. J. *Carapa guianensis* Aublet, sus propiedades y características. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DE INTERESSE ECONÔMICO DE LA FLORA AMAZONICA. Belém. JICA – TROPICOS, Turrialba, Costa Rica, 1972, p. 249-254.

CINTRA, R. Sobrevivência pós-dispersão de sementes e plântulas de três espécies de palmeiras em relação à presença de componentes da complexidade estrutural da floresta amazônica. In: Gascon, C.; Moutinho, P. (Ed). **Floresta amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**, Manaus. Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, 1998, p. 83-98.

CYMERYS, M; WADT, L. H. O.; KAINER, K.; ARGOLO, V. M. Castanheira (*Bertholletia excelsa* H&B). In SHANLEY, P; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005, p. 61-73.

CONNEL, J. H. 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. (Ed.). **Dynamics of populations**. The Netherlands, Wageningen: Centre for Agricultural Publications and Documentation, 1971, p. 298-310.

DAUBENMIRE, R. Phenology and other characteristics of tropical semideciduous forest in North-Western Costa Rica. **Journal Ecology**, v. 60, n. 1, mar. p. 147-170, 1972.

DONATTI, C. I. **Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) na Mata Atlântica.** 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R. Fruit eating and dispersal by howling monkeys (*Alouatta palliata*) in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, México. **American Journal of Primatology**, v. 6, n. 2, may. p. 77-91, 1984.

FANSHAW, D. B. Studies of trees of British Guiana. III, IV and V. Crabwood (*Carapa guianensis*). **Tropical Woods**, v. 90, p. 30-40, 1947.

FENNER, R.; BETTI, A. H.; MENTZ, L. A.; RATES, S. M. K. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 3, jul. p. 369-394, 2006.

FERRAZ, I. D. K.; SAMPAIO, P. T. B. Métodos simples de armazenamento das sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aublet. e *Carapa procera* D.C. – Meliaceae). **Acta Amazonica**, v. 26, n. 3, p. 137-144, 1996.

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

FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. **Andiroba: *Carapa guianensis* Aubl., *Carapa procera* D. C. Meliaceae**. Manaus: INPA, 2003. 6 p. il. (Manual de sementes da Amazônia, 1). Projeto de Pesquisas Florestais da Amazônia Brasileira (Projeto Jacarandá).

FISCH, S. T. V. **Comparações morfológicas e fisiológicas durante os processos de germinação de sementes e crescimento de plântulas de *Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D. C. - Meliaceae**. 1990. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

FORGET, P-M. Seed dispersal of *Vouacapoua Americana* Aublet. (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. **Jornal Tropical Ecology**, v. 6, n. 4, nov. p. 459-468, 1990.

FORGET, P-M. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). **Biotropica**, v. 24, n. 3, p. 408-414, 1992.

FORGET, P-M. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 6, dec. p. 751-761, 1996.

FORGET, P-M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial Patterns of Two Rodent-dispersed Rain Forest Trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v.15, n. 3, may. p. 301-313, 1999.

FOURNIER, L. A. *Carapa guianensis* Aubl. In: VOZZO, J. A. (Ed.). **Tropical tree seed manual – Parte II – Species Descriptions**. Washinhton DC, USDA: Forest Service, Agriculture Handbook, 2002. 721 p.

FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. Comparative phonological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica, **Journal Ecology**, v. 62, n. 3, nov. p. 881-913, 1974.

GAUTIER-HION, A.; GAUTIER, J. P.; MAISELS, F. Seed dispersal versus seed predation: an inter-site comparison of two related African monkeys. **Vegetatio**, v. 107-108, n. 1, jun. p. 237-244, 1993.

GONÇALVES, V. A. **Levantamento de mercado de produtos florestais não-madeireiros**. Santarém: IBAMA: ProManejo. 2001. 65 p.

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

GUARIGUATA, M. R.; CLAIRE, H. A.; JONES, G. Tree Seed Fate in a Logged and Fragmented Forest Landscape, Northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 34, n. 3, sep. p. 405-415, 2002.

HAMPSON, G. F. XXXVIII. Five new species of Phycitinae (Lepidoptera, Pyralidae). **Annals and Magazine of Natural History Series** 10, v. 4, p. 351–353, 1929.

HALL, P.; ORREL, L.; BAWA, K. S. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae). **American Journal of Botany**, v. 81, n. 9, sep. p. 1104-1111, 1994.

HENRIQUES, R. P. B. E.; SOUZA, E. C. E. G. Polulation structure, dispersion and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 21, n. 3, sep. p. 204-209, 1989.

INVENTÁRIO florestal e diagnóstico da regeneração natural da área do Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Acre: PDRI/AC. Rio Branco, AC: FUNTAC; Manaus: INPA, 1989. 149 p.

JANKOWSKY, J. P. Madeiras brasileiras. Caxias do Sul. **Speckum**, v.1, 1990, p. 172.

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

JANZEN, D. H. Seed predation by animal. **Annual Review of ecology and Systematics**, v. 2, nov. p. 465-492, 1971.

JORDANO, P.; SCHUPP, E. W. Determinants of seed disperser effectiveness: the quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. **Ecological Monographs**, v. 70, n. 4, nov. p. 591-615, 2000.

KLIMAS, C. A.; LACERDA, C. M. B. de; BOUFLEUR, N. T.; BROWN, I. F.; KAGEIAMA, P. Y. Mapeamento de espécies comuns como subsídios para implementação de plano de manejo: estudo de caso no seringal Caquetá, Porto Acre-Acre. In: ENCONTRO NACIONAL DE BIÓLOGOS, 4., 2002, Ouro Preto **Anais ...**

KLIMAS, C. **Population and spatial structure of *Carapa guianensis* in Southwestern Brazil**. 2006. 62 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais e Conservação) - School of Forest Resources and Conservation, University of Florida, Gainesville.

KLIMAS, C. A.; KAINER, K. A.; WADT, L. H. O. Population structure of *Carapa guianensis* in two forest types in the southwestern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v. 250, n. 3, oct. p. 256–265, 2007.

KÖPPEN, W. 1923. Die Klimate der Erder. Berlin: Walter de Gruyter e Co.

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

LIMA, L. M. S., WADT, L. H. O. Estudo fenológico e produção de frutos de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) no Estado do Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais...**

LIMA, L. M. S. **Fenologia de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e Castanheira (*Bertholletia excelsa* HBK.), no município de Rio Branco, Acre**. Rio Branco, AC: PIBICCNpq; EMBRAPA: UFAC. 2007. 26 p. Relatório.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências Madeireiras da Amazônia**. CNPq: INPA, Manaus, v. I, p. 49-51, 1979.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1. Nova Odessa: Plantarum, 1992, p. 373.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**, v.1, 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2000.

MARSHALL, R. C. **Silviculture of trees of Trinidad and Tobago**. London: Oxford University Press, 1939. 247 p.

MAUÉS, M. M. **Estratégia reprodutiva de espécies arbóreas e a sua importância para o manejo e conservação florestal: Floresta Nacional do Tapajós (Belterra -**

PA). 2006. 209 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2006.

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

MENDONÇA, A. P., FERRAZ, I. D. K. Óleo de andiroba: processo tradicional da extração, uso e aspectos sociais no estado do Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 353-364, 2007.

MELLINGER, L. L., RICHERS, B. T. T. Fenologia de espécies oleaginosas na Reserva de desenvolvimento Sustentável Amanã, Maraã (AM) – dados parciais. In: **56º Congresso Nacional de Botânica**. Curitiba, 2005.

MELLINGER, L. L. **Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba), na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, AM.** 206. 81 f. Dissertação (Biologia Tropical e Recursos Naturais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus. 2006.

MYSTER, R. W.; PICKETT, S. T. A. Effects of litter, distance, density and vegetation patch type on postdispersal tree seed predation in old fields. **Oikos**, v. 66, n. 3, p. 381-388, 1993.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, v. 8, p. 130–150, 1990.

OLIVEIRA, M. V. N. D'. **Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta do Estado do Acre.** Rio Branco: EMBRAPA-CPAF-Acre, 1994. 42 p. (Boletim de Pesquisa, 9).

ORTIZ, E. G. Survival in a nutshell. **Americas**, v. 47, p. 7-12, 1995.

OSTFELD, R. S.; MANSON, R. H.; CANHAM, C. D. Effects of rodents on survival of tree seeds and seedlings invading old fields, **Ecology**, v. 78, n. 5, jul. p. 1531–1542, 1997.

PENA, J. W. **Frutificação, produção e predação de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (Meliaceae) na Amazônia Oriental Brasileira.** 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém.

PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T.; TAYLOR, D. A. H. 1981. Meliaceae. **Flora Neotropica. Monograph**, n. 28, p. 470, 1981.

PERES, C. A. Synergistic effects of subsistence hunting and habitat fragmentation on Amazon forest vertebrates. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1490-1505, 2001.

PETERS, C. M. **Aprovechamiento sostenible de recursos no maderables em bosque húmedo tropical**: um manual ecológico. El Programa de Apoyo a La Biodiversidad. 1996. 51 p.

PIMENTEL, D. S.; TABARELLI, M. Seed dispersal of the palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 36, n. 1, mar. p. 74-84, 2004.

PINTO, A. A. **Avaliação de danos causados por insetos em sementes de Andiroba [(*Carapa guianensis* Aubl.) e Andirobinha (*Carapa procera* DC) (Meliaceae)] na Reserva Florestal Adolpho Ducke em Manaus, AM, Brasil**. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus.

PLOWDEN, C. The ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. **Conservation & Society**, v. 2, n. 2, p. 251–272, 2004.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. Lecythidaceae - Part I. The actinomorphic-flowered New World Lecythidaceae (*Asteranthos*, *Gustavia*, *Grias*, *Allantoma*, & *Cariniana*). The New York Botanical Garden, Bronx, NY, USA, **Flora Neotropica Monograph**, v. 21, p. 1-270, 1979.

PROGRAMA ESTADUAL DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO ACRE. **Zoneamento Ecológico-econômico Fase II**: documento síntese. Escala 1:250.000. Rio Branco, AC: Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2006. 354 p. il. color. Acompanha Um CD ROM: Documento síntese, mapas temáticos, mapa subsídio a gestão territorial. 2006, 347 p.

RAPOSO, A.; MARTINS, K.; CIAMPI, A. Y.; WADT, L. H. O.; VEASEY, E. Diversidade genética de populações de andiroba no Baixo Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 9, p.1291-1298. 2007.

RATIARISON, S.; FORGET, P. M. Frugivores and seed removal at *Tetragastris altissima* (Burseraceae) in a fragmented forested landscape of French Guiana, **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, n. 5, sep. p. 501-508, 2005.

RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. 1976. **Botânica econômica brasileira**. EPUSP, São Paulo. 1976. 207 p.

RODRIGUES, T. E. **Caracterização e classificação dos solos do campo experimental da Embrapa, Acre, Rio Branco, Estado do Acre**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2001, 40 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 122).

ROOSMALEN, M. G. M. VAN. **Fruits of the Guianian Flora**. Utrecht University, 1984. 230 p.

SAMPAIO, P. T. B. Andiroba (*Carapa guianensis*). In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico. p. 243-251, 2000.

SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S.; ROCAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis*, a tree from flood-prone forests of the Amazon. **Plant Ecology**, v. 168, n. 2, sep. p. 291-296, 2003.

SILVA, J. M. M.; RAPOSO, A.; SOUSA, J. A. L.; MIRANDA, E. M. Germinação e crescimento de mudas de andiroba (*Carapa* sp) em função do tamanho da semente e tempo de imersão em água. **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, jul-dec. p. 366-370, 2004.

SILVA, M. F.; LISBOA, P. L. B.; LISBOA, R. C. L. In: **Nomes vulgares de plantas amazônica**. Manaus: INPA, 1977. 18 p.

SILVA COSTA, L. G.; NASCIMENTO, Z. P. D.; BORRALHO DA SILVA, I. C.; SOUSA, A. L.; ALMEIDA, S. S. **Projeto viabilidade técnica do extrativismo vegetal na Amazônia: o caso da andiroba e copaíba**. Belém, PA. 2003. 41 p. Relatório Parcial.

SHANLEY, P.; MEDINA, G.; CYMERYYS, M.; GALVÃO, J. **Frutíferas da Mata na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 1998, 127 p.

SHANLEY, P. Andiroba (*Carapa guianensis* Aublet.). In: SHANLEY, P; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém, PA: CIFOR: Imazon, p. 41-50, 2005.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107-108, n. 1, jun. p. 15-29, 1993.

TERBORGH, J.; LOSOS, E.; RILEY, M. P. RILEY, M. B. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, jun. p. 375-386, 1993.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. 3. ed. New York: Berlin Heidelberg. 1982, 215 p.

VANDER WALL, S. B. Secondary dispersal by *Jeffrey pine* seeds by rodent scat-hoarders: the role of pilfering, reaching and variable environment. In: LEVEY, D. J.; SILVA, W. R.; GALETTI, M. (Eds.). **Seed dispersal and frugivory: Ecology, evolution and conservation**. Wallingford: CAB International Publishing, cap. 13. p. 193-208, 2002.

VANDER WALL, S. B.; KUHN, K. M.; BECK, M. J. Seed removal, seed predation, and secondary dispersal. **Ecology**, v. 86, n. 3, mar. p. 801-806, 2005.

VIANA, N. G. **Conservação de sementes de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.)**. Belém, PA: CPATU-EMBRAPA, 1982. 10 p. (Circular Técnico, 34).

ZUIDEMA, P. A. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. Riberalta: PROMAB, 2003. 111 p. (PROMAB Scientific Series, nº. 6).

CAPÍTULO II

Remoção e destino de sementes de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) e caracterização dos possíveis agentes dispersores/predadores na Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

RESUMO

Bertholletia excelsa Bonpl. (castanheira) é uma árvore de grande porte que ocorre em florestas de terra firme da região Amazônica. Trata-se de uma espécie intimamente ligada à cultura das populações tradicionais da Amazônia. Seu fruto é o produto mais importante, de onde são extraídas a castanha-do-brasil. É considerada uma espécie chave para a estrutura e o funcionamento do ecossistema em que habitam além de ser importante para a conservação da floresta Amazônica. Estudos relacionados à dispersão e destino das sementes de castanheira são extremamente relevantes, pois além de ser um recurso explorado pelos extrativistas, é um alimento chave na dieta de alguns roedores. Face as preferências por um recurso alimentar tão importante para o extrativismo e para a fauna, surge a necessidade de saber o que acontece com as sementes da castanheira após serem removidas pelos dispersores. Este estudo foi realizado no Seringal Filipinas, na Resex Chico Mendes, AC e teve como principal objetivo contribuir com informações sobre remoção, destino e imagens dos possíveis dispersores/predadores de sementes de *B. excelsa*. Foi realizado um experimento para avaliar o efeito da na época de oferta e escassez de frutos de castanheira na remoção e no destino das sementes da citada espécie. Para cada época foi utilizado um total de 400 sementes. Na área, 20 castanheiras foram selecionadas ao acaso onde foram instaladas as parcelas com 20 sementes marcadas com linha de nylon e etiquetas de identificação. Armadilhas fotográficas foram posicionadas em algumas parcelas para capturar as imagens dos possíveis dispersores/predadores. Foram atribuídos cinco destinos diferentes para as sementes: sementes predadas; enterradas; sobre as folhas; perdidas (com e sem o fio de nylon); e sementes intactas. Todas as sementes removidas e encontradas a uma distância de até 15 m do centro da parcela tiveram suas distâncias de remoção mensuradas. A remoção das sementes ocorreu muito rápida, menos de oito dias, sendo que na época de oferta de frutos da castanheira essa remoção foi mais rápida que na época e escassez. A maioria das sementes removidas teve o fio de nylon cortado, inviabilizando conhecer o destino das mesmas. A distância média de remoção das sementes encontradas foi pequena, menor que 5 m. Houve maior predação das sementes na época de escassez de frutos. O principal destino das sementes removidas e encontradas foi o enterramento, sendo que na época de escassez houve a maior percentagem de sementes enterradas. A armadilha fotográfica registrou visitas de ratos, cutias, cutiarias, macacos e um tatu nas parcelas. A recomendação de práticas de manejo sustentável da castanheira deve levar em consideração a interação dessa espécie com a fauna, pois há uma interdependência entre elas.

Palavras chave: *B. excelsa*, castanheira, remoção de sementes, destino de sementes, predação de sementes, distância de remoção, dispersores/predadores.

ABSTRACT

Bertholletia excelsa Bonpl. (Nut) is a forester that occurs in forest land in the Amazon region. This is a species closely related to traditional culture of the peoples of the Amazon. Its fruit is the most important of which are drawn to Brazil nuts. It is considered a key species for ecosystem structure and functioning of living in addition to being important for the conservation of the Amazon forest. Studies related to the dispersion and fate of seeds of nut is extremely relevant, as well as being a resource exploited by mining, is a key food in the diet of some rodents. Given the preferences of an important food resource for the extraction and the fauna, there is a need to know what happens to the seeds of the nut after being removed by dispersers. This study was conducted in the Philippines rubber tree in Resex Chico Mendes, AC, and had as main objective to contribute information on removal, predation, and destination images of possible dispersal / seed predators of *B. excelsa*. An experiment was conducted to evaluate the effect of the time of supply and scarcity of fruit nut on the factors cited above. For each season was used a total of 400 seeds. In the field, 20 chestnut trees were selected at random where the plots were installed with 20 seeds marked with nylon line and labels for identification. Photographic traps were placed in some plots to capture the images of potential dispersers / predators. Were assigned to different five destinations seed: seed predation, buried, on the leaves; lost (with and without the nylon yarn), and seeds intact. All seeds were removed and found to remove their distances measured. Removal of seeds was very fast, less than eight days, which at the time of offer of the fruits of this nut was removed faster than the time and scarcity. Most seeds were removed from the yarn of nylon cut, preventing meet the same fate. The average distance of removal of seeds found was small, less than 5 m. There was a higher seed predation during the shortage of fruit. The main destination of the seeds removed and the burial was found, whereas in times of shortage was the highest percentage of seeds buried. A photographic record visits to trap rats, agoutis, cutie, monkeys and an armadillo in the plots. The recommendation of practices of sustainable management of nut must take into account the interaction of species with the fauna, because there is interdependence between them.

Keywords: *B. excelsa*, nut, remove the seeds, seed fate, seed predation, distance of removal, dispersers/predators.

1 DESCRIÇÃO GERAL DA ESPÉCIE

Bertholletia excelsa Bonpl., conhecida popularmente como castanheira (Figura 1), é uma das mais de 200 espécies que estão inseridas dentro da família Lecythidaceae, tratando-se de uma das famílias com a maior abundância em áreas não perturbadas de terra firme da Amazônia (RIBEIRO et al., 1999).



FIGURA 1 - Indivíduo de *B. excelsa*.

B. excelsa é uma árvore de vida longa, podendo atingir uma idade superior a 1000 anos (ORTIZ, 2002); dominante, chega a uma altura de 50 m, apresentando diâmetro a altura do peito (DAP) superior a 2 m (SALOMÃO et al., 1995).

As espécies inseridas dentro da família lecythidaceae ocorrem em todas as regiões tropicais do mundo (ZUIDEMA, 2003).

A primeira descrição botânica de *B. excelsa* data de 1807 por Humboldt e Bonpland.

Embora seja conhecida mundialmente como castanha-do-brasil (Brazil nut), a castanheira está distribuída ao longo da Amazônia brasileira; Bolívia; Peru; Guianas; Colômbia; e Venezuela (ZUIDEMA, 2003), com registros de ocorrência geralmente em ambiente de terra firme (MORI; PRANCE, 1990; FERNANDEZ; ALENCAR, 1993; PERES; BAIDER, 1997; KAINER et al., 1998; BAIDER, 2000; ZUIDEMA; BOOT, 2002; ZUIDEMA, 2003; KAINER et al., 2006; SERRANO, 2005; WADT et al., 2005; FERNANDES, 2007), ocorrendo predominantemente em solos argilo-arenosos, de textura média a pesada, sendo encontrada também em concrecionário laterítico (piçarra) (MÜLLER et al., 1995; KAINER et al., 1998; ZUIDEMA; BOOT, 2002).

A densidade de castanheiras é bastante variável entre os países onde há a ocorrência da espécie, com variações de indivíduos/ha que vão de 1 a 26 ind./ha (MORI; PRANCE, 1990; PERES; BAIDER, 1997). De acordo com Zuidema (2003) essas diferenças podem ser explicadas através da distribuição espacial dos indivíduos que, geralmente ocorrem de forma agrupada e que, por sua vez, está intimamente relacionado ao modo de dispersão das sementes (PETERS, 1994).

Segundo Mori e Prance (1990) os indivíduos de *B. excelsa* não ocorrem isoladamente, os autores relatam que os indivíduos estão aglomerados em grupos (castanhais) de 50 a 100 indivíduos, distanciados por aproximadamente um quilômetro, dados que segundo Wadt et al. (2005) e Zuidema e Boot (2002) não podem ser generalizados. Dentre os trabalhos que relatam a densidade de ind. ha⁻¹ em que todas as árvores com DAP ≥ 10 cm foram consideradas, Salomão (1991); Peres e Baider (1997); Peres et al. (2003) e Wadt et al. (2005) encontraram densidades que variaram de 1,3 ind. ha⁻¹ a 23 ind. ha⁻¹, sendo que neste último a área amostrada trata-se de um castanhal nativo onde 420 ha foram amostrados e apenas 1,35 ind. ha⁻¹ foram registrados. Serrano (2005) em estudo realizado em três seringais com ocorrência de castanhais nativos, no Vale do Rio Acre, totalizando 108 ha de áreas amostrados

encontrou uma densidade média de 2,07 ind. ha⁻¹ jovens (10 cm ≤ DAP < 50 cm) e adultos (DAP ≥ 50 cm).

Até o presente momento não foram identificadas outras espécies dentro do gênero *Bertholletia*, a castanheira é a única.

A castanheira é uma árvore que se destaca dentro da floresta. Aliado a sua emergência, a magnitude de suas flores e frutos a torna uma das espécies florestais mais exuberantes da Amazônia.

De seus frutos, ou ouriços, é obtido a castanha-do-brasil, produto de suma importância no extrativismo amazônico por ser uma das principais fontes de renda da maioria das comunidades tradicionais da floresta (MORI; PRANCE, 1990; ORTIZ, 2002; PERES et al., 2003; SERRANO, 2005; WADT et al., 2005; ACRE, 2006; FERNANDES, 2007; KAINER; WADT, 2007; WADT et al., 2008). A coleta de castanha nos países do Brasil, Bolívia e Perú é na sua grande maioria proveniente de castanhais nativos (ZUIDEMA, 2003).

No Brasil, os maiores produtores de castanha-do-brasil são os Estados do Pará, Amazonas, Acre e Rondônia. No Peru, a concentração da produção está localizada no Departamento de Madre de Dios, já na Bolívia a produção está centrada nos Departamentos de Pando e em parte dos Departamentos de Beni e Lapaz. Atualmente a Bolívia é o maior exportador de castanha (ZUIDEMA, 2003). No Estado do Acre, a castanheira ocorre nas regionais do Purus, Baixo Acre e Alto Acre (ACRE, 2006).

Até a década de 90, o Brasil ocupava posição de destaque na produção de castanha, porém a destruição de castanhais nativos, ocasionados pelos desmatamentos, em detrimento da agricultura e da pecuária aliados às imposições de padrões fitossanitários mais rígidos (aflatoxinas) tem contribuído sobremaneira na baixa de produção e de exportação de castanha.

Além de estarem associados à cultura das populações tradicionais da Amazônia, os produtos e subprodutos da castanha proporcionam desenvolvimento econômico,

social e ecológico, pois favorecem oportunidades de emprego e renda para as comunidades e contribuem para a manutenção de ecossistemas florestais.

B. excelsa é uma árvore semidecídua, heliófila e social (LORENZI, 2000). Apresenta caule cilíndrico (Figura 2A), ereto, liso e desprovido de sapopemas e ramos; casca escura e fendida (Figura 2B); ramos curvados apenas nas extremidades (Figura 2C); folhas (Figura 2D) esparsas, alternas, pecioladas, oblongas ou ovado-oblongas, verde-escuras, brilhosas na parte superior e pálidas na parte inferior (SALOMÃO et al., 1995).



FIGURA 2 - Características morfológicas do fuste (A); da casca (B); da curvatura dos galhos (C); e das folhas (D) de *B. excelsa*.

A castanheira é uma espécie monóica ($2n=36$), suas flores (Figura 3) são grandes, de fácil visualização e estão dispostas em panículas terminais e eretas; com cerca de 3 cm de diâmetro, zigomorfas pedunculadas, com seis pétalas carnosas branco-amareladas (MORITZ, 1984; MORI; PRANCE, 1990).



FIGURA 3 - Botões e flores de *Bertholletia excelsa*.

1.2 ASPECTOS FENOLÓGICOS

1.2.1 Fenologia reprodutiva – floração

A fenologia reprodutiva de *B. excelsa* tem padrões bastante similares entre os locais de ocorrência da espécie quando comparados os períodos das fenofases com dados meteorológicos. Mori e Prance (1987) ao realizarem um estudo de fenologia reprodutiva com 14 espécies de Lecitidáceas na Guiana Francesa verificaram que a floração ocorria sempre nos meses mais secos do ano. No estado do Acre a floração tem início no mês de outubro se estendendo até o final do mês de dezembro, mês em que ocorre o pico de floração entre a população (MAUÉS, 2002; CYMERYYS et al., 2005; LIMA, 2007). No Estado do Pará a floração tem início no mês de setembro, se estendendo até o mês de fevereiro (CYMERYYS et al., 2005). Na Bolívia a floração tem início no mês de novembro, com pico nos meses de dezembro e janeiro. Já no Peru o pico de floração ocorre nos meses de novembro e dezembro (ORTIZ, 2002).



FIGURA 4 - Entrada de uma abelha na flor de *B. excelsa* para coletar néctar e grãos de pólen.

Foto: HENDERSON, A.

Para ingressar na flor de *B. excelsa* é necessário que os polinizadores levantem o capuz (Figura 4) - uma espécie de apêndice floral que veda a entrada nas flores dos gêneros *Corythophora*, *Couratari*, *Lecythis*, *Bertholletia* e *Eschweilera*, ambos pertencentes à família Lecythidaceae (MORI; PRANCE, 1990).

As flores possuem de 80-135 (MORI; PRANCE, 1990) ou de 80-130 estames (MORITZ, 1984; MAUÉS; OLIVEIRA, 1999) dispostos numa posição que, segundo Mori e Swarthout (2008), é exclusiva da família Lecythidaceae. Os estames podem conter três (MORI; PRANCE, 1990); quatro (MORITZ, 1984; MORI; PRANCE, 1990); cinco (MAUÉS; OLIVEIRA, 1999); ou seis (MORI; PRANCE, 1990) lóculos com cinco óvulos em cada um deles, totalizando entre 20-25 óvulos em cada flor. O estigma apresenta variações de comprimento, podendo ser longo ou curto (MORITZ, 1984; MORI; PRANCE, 1990), sendo que essa variação pode ser observada tanto em flores de uma única árvore como em árvores diferentes. Os polinizadores são atraídos pelo perfume e a cor das flores e, ao ingressarem nas flores, são recompensados com néctar e pólen.

As leticidáceas neotropicais geralmente apresentam síndromes de polinização por abelhas (MORI; PRANCE, 1990). Os gêneros *Bombus* e *Euglossine* são os principais polinizadores das espécies pertencentes à família Lecythidaceae (PRANCE, 1976). Em geral os autores apontam os gêneros *Bombus*, *Eulaema*, *Centris*, *Epicharis* e *Xylocopa* como os principais polinizadores de *B. excelsa* (MÜLLER et al., 1980; MORITZ, 1984; MAUÉS; OLIVEIRA, 1999; MORI; SWARTHOUT, 2008), porém Müller et al. (1980) relata que os gêneros *Eulaema* e *Epicharis* podem ser considerados polinizadores secundários devido a baixa frequência de visitas. Argolo e Wadt (2003), em estudo realizado no Estado do Acre, observaram apenas a presença de abelhas do gênero *Xylocopa* ingressando nas flores de *B. excelsa*. Segundo Müller et al. (1980) as abelhas desse gênero não costumam visitar flores que já tenham sido visitadas anteriormente.

Os principais polinizadores de *B. excelsa* são abelhas de médio a grande porte pertencentes às seguintes espécies: *Xylocopa frontalis*, *X. aurulenta*, *Epicharis rustica*, *E. affinis*, *Centris similis*, *Eulaema nigrita*, *E. cingulata*, *Bombus brevillus*, *B. transversalis* (MAUÉS, 2002).

A antese das flores de *B. excelsa* ocorre entre os horários de 4h30min e 5h (PINHEIRO; ALBUQUERQUE, 1968), porém Müller et al. (1980) observou que as abelhas começam a visitar as flores de *B. excelsa* a partir das 5h40min, sendo que o pico de visitação ocorre de 6 às 7h.

No estudo sobre biologia reprodutiva de *B. excelsa* executado no plantio do Campo Experimental da Embrapa-Acre, o período de antese, desde a abertura até o fechamento das flores, teve uma duração de aproximadamente 8 horas, com início às 19h e término por volta das 3h (LIMA, 2009).

B. excelsa é uma espécie auto-imcompatível (O'MALLEY et al., 1988), indicando que a presença dos polinizadores é um fator determinante para o sucesso reprodutivo dessa espécie.

1.2.2 Fenologia reprodutiva – frutificação

É possível observar frutos em diferentes estágios de desenvolvimento em uma mesma árvore de castanheira (MAUÉS, 2002). No Acre os frutos começam a ser dispersos entre os meses de outubro a dezembro (CYMERYYS et al., 2005; LIMA, 2007), já no Estado do Pará os frutos começam a cair entre os meses de janeiro a abril (CYMERYYS et al., 2005). Na Bolívia os frutos começam a cair intensamente no mês de novembro (ZUIDEMA; BOOT, 2002; ORTIZ, 2002). A manifestação dos eventos fenológicos reprodutivos nos Estados do Acre e do Pará se diferenciam apenas nos meses, pois as condições meteorológicas nas quais esses fenômenos ocorrem são as mesmas nos dois Estados. Segundo Zuidema (2003) essa variação na fenofase reprodutiva da castanheira está provavelmente relacionada com a pluviosidade, pois as espécies tropicais possuem uma estreita relação entre os eventos fenológicos e a distribuição das chuvas (MAUÉS, 2002).

Os frutos de *B. excelsa* possuem formato globoso (Figura 5A), denominado pixídio, com pericarpo extremamente fibroso (Figura 5B), levando aproximadamente entre 14 -15 meses para completar o estágio de maturação (MAUÉS, 2002; CYMERYYS et al., 2005), cobertos por uma casca espessa, lenhosa e de coloração marrom (Figura 5A) que após alguns meses se desprendem do pericarpo (Figura 5C) em decorrência da perda do viço e da umidade ou do excesso de umidade, em decorrência do processo de decomposição. Há relatos na literatura que algumas populações extrativistas, após a retirada das sementes, utilizam os ouriços para a confecção de peças artesanais e para a combustão nos processos de defumação do látex (SANTOS et al., 2006).



FIGURA 5 - Detalhes do formato dos ouriços (A); do pericarpo (B) (seta em vermelho); e da casca que cobre o ouriço.

Embora produza frutos todos os anos, a quantidade produzida a cada período por uma mesma árvore varia de um ano para outro, sendo que a média da produção em nível de população não apresenta expressiva variação entre os anos (ZUIDEMA; BOOT 2002; KAINER; WADT, 2007). Além de variações na produção, há também variações entre o tamanho dos frutos e das sementes (MORITZ, 1984; VIANA et al., 1998; KAINER et al., 1999). Os frutos geralmente medem entre 10-16 cm de diâmetro e pesam entre 500 e 1000 g, com uma média de 10-25 sementes por frutos medindo cerca de 3,5-5 x 2 cm (MORI; PRANCE, 1990; BAIDER, 2000). Em estudo realizado no Peru, Cornejo (2003) encontrou valores que vão de 6-36 sementes por fruto.

Kainer e Wadt (2007) analisaram algumas variáveis que possivelmente estariam influenciando na variação da produção de 140 árvores de castanheira ao longo de 5 anos e através deste estudo traçaram um modelo que explica cerca de 73% das causas que influenciam a variação na produção de frutos de *B. Excelsa* e, dentre as variáveis, o DAP (Diâmetro a Altura do Peito) explicou sozinho mais de 50%, sendo estabelecido, para esse estudo, uma faixa de diâmetro onde árvores com $100 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 150 \text{ cm}$ foram as que melhor produziram. Outras variáveis como a capacidade de troca catiônica e de fósforo (P) e a presença de cipó também foram analisados, sendo que apenas a primeira teve efeito significativo. As autoras salientaram que o corte de lianas tem efeito na melhoria de condições da copa e que o corte anual desses cipós indica uma possível melhoria na produção ao longo do tempo.

Segundo Baider (2000) há variações na média de peso dos frutos ao passar dos anos, sendo que o peso individual dos frutos permanece constante para cada indivíduo, enquanto que o número de frutos na população e por indivíduo apresenta oscilações.

No seu estudo sobre diversidade morfológica e produção de *B. excelsa*, baseada em depoimentos de extrativistas - em que estes afirmam existir castanheiras vermelhas e brancas, sendo que tais classificações são baseadas em aspectos morfológicos, Fernandes (2007) verificou que as castanheiras vermelhas apresentaram maior média na produção de frutos e que estes eram maiores e mais pesados quando comparados aos frutos das castanheiras brancas, porém o número de sementes/fruto foi inferior às brancas. Embora a citada autora tenha verificado diferenças morfológicas entre as castanheiras vermelhas e brancas é necessário esclarecer que a mesma não reconhece tais diferenças como motivos para o surgimento de uma possível nova espécie de castanheira, porém a mesma recomenda que tais classificações sejam consideradas na elaboração de estratégias de manejo que visem o aumento da produtividade.

A ausência de informações, no que diz respeito aos fatores que ocasionam variação na produção de *B. excelsa* e de outras espécies com potencial ecológico não-madeireiro, dificulta o entendimento dos processos que influenciam essa oscilação, pois não há apenas um fator, mas um conjunto de fatores que afetam tanto internamente, quanto externamente e, que, necessitam ser melhores esclarecidos para que medidas preventivas (ecológicas, sociais e econômicas) sejam adotadas (KAINER; WADT, 2007). De acordo com Baider (2000), para a conservação e o manejo de ecossistemas não basta que apenas os fatores ecológicos sejam considerados, é necessário que haja interação entre os fatores ecológicos, sociais e econômicos.

1.3 ASPECTOS DA DISPERSÃO PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA

A dispersão primária de *B. excelsa*, baseado nas síndromes de dispersão descritas por Van der Pijl (1982), é do tipo barocórico, haja vista que o peso excessivo dos frutos ocasiona o seu desprendimento dos galhos.

Os frutos de *B. excelsa*, no período em que a espécie está dispersando, tendem a ficar agregados na área de influência da copa, ou seja, quanto mais próximo de uma castanheira maior serão as chances de se encontrar seus frutos, porém esse padrão de deposição pode ser afetado pelos dispersores secundários, que deslocam os frutos ou sementes do entorno da castanheira matriz e os conduzem para outros locais seja para um consumo imediato ou para uma posterior alimentação.

O deslocamento desses frutos e sementes do entorno da árvore matriz proporcionado pelos dispersores é de fundamental importância, pois aumenta a viabilidade destes (JANZEN, 1970; CONNELL, 1971), haja vista que terão menos chances de serem atacados por patógenos (AUGSPURGER, 1984b) ou predadores pós-dispersão (JANZEN, 1970; CLARK; CLARK, 1984).

O distanciamento dos frutos de castanheira da árvore matriz não é uma garantia de estabelecimento de novos indivíduos, pois a diminuta abertura opercular do fruto não é suficiente para liberar as sementes do interior do fruto (BAIDER, 2000; ZUIDEMA, 2003), podendo ocasionar a perda da viabilidade das sementes por apodrecimento (TERBORGH et al., 1993), por ataque de fungos (CASTRILLÓN; PURCHIO, 1988) ou de invertebrados (PRANCE; MORI, 1979). Por essas características citadas, é necessária a interferência de um agente externo para que as sementes de castanheira venham a ser retiradas do interior do fruto (BAIDER, 2000).

A percentagem de árvores das florestas tropicais que se utiliza da fauna para dispersarem suas sementes gira em torno de 50 a 90% (HOWE; SMALLWOOD, 1982; VAN SCHAİK et al., 1993), porém algumas dessas espécies, como é caso de *B.*

excelsa, em decorrência da estrutura de seus frutos possuem peculiaridades em seus padrões de dispersão.

Por se tratar de um fruto com pericarpo bastante fibroso somente animais com estrutura dentária adequada para suportar a resistência das fibras de um fruto de castanheira seriam capazes de roer o pericarpo e retirar as sementes e, nesse sentido, os roedores caviomorfos (roedores que apresentam quatro molares de cada lado da mandíbula), principalmente a cutia (*Dasyprocta* spp.), são citados na literatura como os principais dispersores/predadores de castanha-do-brasil (PRANCE; MORI, 1979; MORI; PRANCE, 1990; SCHUPP, 1993; TERBORGH et al., 1993; ORTIZ, 1995; BAIDER, 2000; ZUIDEMA, 2003; CYMERYYS et al., 2005). Cerca de 80% dos frutos de castanheira são abertos por cutias (*Dasyprocta* spp.) (ORTIZ, 2002)

Os macacos também podem ser considerados dispersores, pois durante a quebra de ouriços de safras anteriores (ouriços envelhecidos) nos galhos das copas das árvores as sementes acabam se espalhando pelo chão da floresta (CYMERYYS et al., 2005).

As araras são consideradas os únicos predadores de frutos imaturos e maduros de castanheira (BAIDER, 2000; TRIVED et al., 2004). O consumo de frutos imaturos está relacionado às facilidades dessa espécie em sobrevoar a copa das castanheiras, sendo que há uma preferência por frutos menores (BAIDER, 2000).

Em seu estudo sobre predação e dispersão de frutos, Baider (2000) determinou vários padrões de marcas nos frutos de castanheira decorrentes de predação por vertebrados. Baseada nesses padrões cinco marcas foram caracterizadas, sendo que cada uma delas pertencia a um animal diferente. Foram detectados marcas de araras (*Arara chloroptera*); pica-paus de pescoço vermelho (*Campephilus rubricollis*); macacos-pregos (*Cebus apella*); ratos (*Proechimys* spp.); e cutias (*Dasyprocta aguti*). As araras e os macacos foram considerados predadores, haja vista que consumiram praticamente todas as sementes do fruto. Já os ratos, embora tenham consumido certa quantidade de semente, foram considerados tanto predadores quanto dispersores,

tendo em vista que aprovisionam sementes de castanha para uma posterior alimentação. A cutia foi o animal que mais consumiu os frutos de castanheira, sendo considerada o maior dispersor/predador de castanha-do-brasil. De acordo com a autora, a cutia dispersa os frutos a grandes distâncias e em várias direções. Segundo Ortiz (1995) as cutias podem remover os frutos de castanheira a distâncias superiores a 300 m. Analisando dados da distância de remoção de frutos abertos e fechados em relação ao tronco da árvore, no norte da Bolívia, Zuidema e Boot (2002) quantificaram que aproximadamente 50% dos frutos abertos (n=51) por cutias foram encontrados a distâncias maiores que 20 m do tronco da árvore, enquanto que mais de 90% dos frutos fechados (n=263) foram encontrados a menos de 20 m do tronco da árvore.

As cutias dispersam as sementes a uma distância de até 25 metros da árvore matriz enterrando-as a uma profundidade de 1 a 3 cm (PERES; BAIDER, 1997). Além da dispersão secundária, as sementes que foram deslocadas e depositadas podem passar por uma terceira dispersão, haja vista que as sementes podem ser desenterradas pelos mesmos ou por outros animais e serem novamente enterradas em outros locais (dispersão terciária), pois nem todas as sementes são consumidas de imediato (ZUIDEMA, 2003). As sementes que não foram consumidas são enterradas, geralmente uma semente para cada local, nas proximidades da área onde a cutia abriu o ouriço, para servir de alimento nos períodos em que a disponibilidade de frutos for escassa. Como nem todas as sementes enterradas são encontradas pelas cutias, aquelas que foram esquecidas terão a oportunidade de germinar (MORI; PRANCE, 1990) e contribuir para a regeneração de novos indivíduos (ZUIDEMA, 2003).

As cutias desempenham papel fundamental para o ingresso de regenerantes em castanhais nativos (SILVERTOWN, 2004). Informações a respeito da distância de remoção das sementes de castanha-do-brasil são essenciais para entender o modelo de distribuição espacial dos indivíduos de *B. excelsa* em castanhais nativos (ZUIDEMA, 2003). De acordo com Peres e Baider (1997) a remoção de sementes de castanha-do-brasil a curtas distâncias pode ser uma explicação plausível para a distribuição agrupada de indivíduos adultos nos castanhais.

Embora alguns estudos com experimentos de remoção de castanha-do-brasil no Brasil (PERES; BAIDER, 1997) e na Bolívia (BOUWMAN; VAN DIJK, 1997) tenham encontrado sementes removidas a distâncias de até 25 m, essas distâncias de dispersão podem ser bem maiores, chegando a atingir até 50 m (ZUIDEMA, 2003).

Analisando a produção e a quantidade de frutos abertos por roedores em três seringais no Vale do Rio Acre Wadt et al. (2008) constataram que a área onde a produção de frutos havia sido maior (Seringal Cachoeira) possuía menos frutos abertos por roedores, porém nesta mesma área a coleta de frutos pela comunidade era mais intensa. Também neste mesmo estudo, os autores constataram que cerca de 90 - 99% dos frutos que deixam de ser coletados em um castanhal nativo são abertos principalmente por cutias (*Dasyprocta* spp.) e cutiaras (*Myioprocta* spp.), porém o destino que é dado às sementes ainda é um assunto que precisa ser mais bem estudado, pois segundo os autores a ligação entre os aspectos socioeconômicos, ecológicos e de estrutura demográfica não são suficientes para esclarecer as diferenças na estrutura populacional e na dinâmica de regeneração de castanhais nativos explorados, fazendo-se necessário saber o quanto a interferência humana nos castanhais nativos pode estar influenciando nos processos ecológicos das espécies animais e vegetais, principalmente na dinâmica desses castanhais.

Em estudo sobre a abundância e densidade de cutias em dois seringais com diferentes intensidades de coleta de castanha-do-brasil, no sudoeste do Estado do Acre, Rosas (2006) quantificou 44 cutias (*Dasyprocta* spp.) no Seringal Cachoeira e 69 no Seringal Filipinas. Tendo em vista que as áreas quantificadas por Rosas (2006) são as mesmas analisadas por Wadt et al. (2008) observa-se que a presença de cutias foi mais intensa no seringal onde houve maior densidades de plântulas e varetas (JORGE; PERES, 2005). Em castanhais nativos a germinação de sementes e conseqüentemente o recrutamento de novos indivíduos estão intimamente relacionados à presença e a atividade das cutias (ZUIDEMA, 2003). Henry (1999) em estudo realizado na Guiana Francesa concluiu que durante os períodos de abundância de frutos o conteúdo estomacal de cutias (*Dasyprocta leporina*) era composto basicamente de celulose e polpa de frutos, enquanto que no período de escassez de frutos o conteúdo estomacal

era composto basicamente de sementes. Esses dados refletem o comportamento alimentar dos *scatterhoards*, animais que durante o período de abundância de frutos despendem a maior parte do tempo enterrando sementes para posterior consumo em períodos de escassez de alimentos (MORRIS, 1962).

A cutia é considerada o maior consumidor de frutos de castanha, e durante o período de oferta de alimento não se restringe aos frutos de uma única castanheira (BAIDER, 2000). Neste mesmo estudo, a citada autora comenta ter encontrado um tronco de árvore com mais de cem frutos abertos em seu interior. Zuidema (2003) comenta que as cutias podem consumir os frutos no local ou transportá-los intactos para outros lugares para posterior consumo. Tais afirmativas corroboram com os dados de Zuidema e Boot (2002), onde estes quantificaram que mais de 50% de frutos abertos (n=51) por cutias foram encontrados a distâncias superiores a 20 m.

Embora as cotias se alimentem exclusivamente de sementes nos períodos de escassez de frutos (HENRY, 1999), estudos relatam que muitas das sementes enterradas por esses animais são esquecidas. Baidier (2000) através de sua pesquisa comprovou que as plântulas de castanheira que germinaram eram predominantemente de sementes que haviam sido enterradas e, segundo a autora, a cotia é o único animal com capacidade para enterrar sementes de castanheira.

Pelas informações supracitadas nos parágrafos anteriores observa-se que o sistema de dispersão de *B. excelsa* não é tão simples. A complexidade desse sistema já se evidencia nas características morfológicas do fruto, que depende do auxílio de roedores, em especial da cutia e da cutiara, para liberar as sementes. Se não bastasse o auxílio desses animais para abrir os frutos, fato ainda mais importante é tarefa de dispersar essas sementes, retirando-as do entorno da árvore matriz e destinando-as a outros locais. Embora não saibamos que proporções de sementes contidas em um ouriço são consumidas e armazenadas pelas cutias, sabemos que as relações ecológicas entre esses animais e a espécie em estudo são bastante estreitas, pois a manutenção das populações de castanhais nativos, bem como a distribuição espacial

agregada são fatores fortemente influenciados pelo comportamento alimentar desses animais (BAIDER, 2000; ZUIDEMA, 2003).

2 HIPÓTESES

1. O número de sementes removidas é diferente entre as épocas de oferta e de escassez de frutos da castanheira;
2. As sementes são removidas mais rapidamente na época em que a castanheira não frutifica;
3. A predação de sementes por vertebrados é maior no período em que a castanheira não frutifica;
4. O período de oferta e de escassez frutos da castanheira não influencia na média das distâncias das sementes que são removidas e encontradas.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Gerar informações sobre a dinâmica populacional de *Bertholletia excelsa* em relação à dispersão secundária e o destino das sementes removidas pelos dispersores/predadores.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e comparar os destinos de sementes de *Bertholletia excelsa* nas épocas de oferta e de escassez de frutos da espécie;
- Quantificar a distância média das sementes que foram encontradas após a remoção;
- Capturar imagens e listar, se possível, a espécie ou o gênero dos vertebrados dispersores/predadores de sementes de castanha.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado dentro da Reserva Extrativista (RESEX) Chico Mendes, uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável criada pelo Decreto nº. 99.144 de 12 de março de 1990. Com uma área oficial de 976.570 ha e situada entre os paralelos 10° 04' 46" a 10° 58' 30" S e entre os meridianos 67° 56' 22" a 69° 08' 25" W, abrangendo oito municípios do Estado do Acre: Assis Brasil; Brasiléia; Epitaciolândia; Xapuri; Capixaba; Senador Guimard; Rio Branco; e Sena Madureira (ACRE, 2006).

A colocação Rio de Janeiro (Figura 6), local onde a pesquisa foi desenvolvida, está inserida dentro do Seringal Filipinas, onde residem aproximadamente 40 famílias (SERRANO, 2005).

O acesso ao Seringal Filipinas é feito geralmente por via terrestre pelo município de Brasiléia - Acre, km 5 da Estrada do Pacífico, sendo necessário percorrer 30 km para chegar até a colocação Rio de Janeiro.

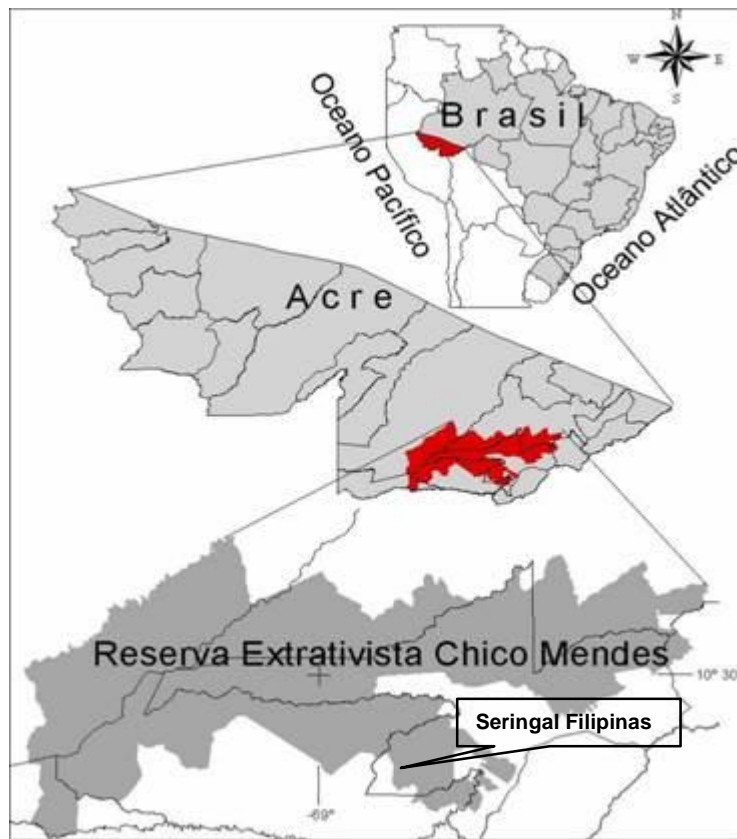


FIGURA 6 - Localização da Reserva Extrativista Chico Mendes em nível de Estado (Acre) e Nação (Brasil), com especificação da área de estudo (RESEX Chico Mendes, Seringal Filipinas, Colocação Rio de Janeiro).

FONTE: Wadt et al., 2005.

Com uma área de aproximadamente 420 ha, a Colocação Rio de Janeiro (UTM 19L 536613; 8807621, SAD 1969) é considerada uma área muito rica em castanheiras. Desde o ano de 2002 vários estudos vêm sendo realizado nesta área, onde foram mapeadas e georeferenciadas cerca de 568 castanheiras com DAP ≥ 10 cm (WADT et al., 2005) e posteriormente selecionadas dentre estas 140 árvores com DAP > 50 cm para estudos sobre produção e relação com cipós (KAINER et al., 2006; 2007).

Segundo Holdridge (1978) a topografia da área em estudo é levemente ondulada, com vegetação dominante e classificada como floresta tropical úmida. O tipo de floresta do local é considerado como floresta aberta com a presença de palmeiras e

lianas (DALY; MITCHELL, 2000). A precipitação média anual está em torno de 1.600 - 2.200 mm, ocorrendo mais fortemente entre os meses de janeiro a março e os períodos mais secos da região estão entre os meses de junho a agosto (IMAC, 1991). A temperatura média é de aproximadamente 24,9 - 25,1 °C (ACRE, 2000). Os solos da região são classificados pelo sistema brasileiro como Argissolos, ou seja, são solos que apresentam drenagem moderada com fertilidade natural baixa ou média (ACRE, 2006).

4.2 DESENHO AMOSTRAL

Para este estudo foram utilizadas 20 das 140 castanheiras avaliada por Kainer et al. (2006;2007).

A área da Colocação Rio de Janeiro foi dividida em duas regiões (região 1 e 2), onde foram selecionadas ao acaso 10 castanheiras em cada uma dessas regiões (Figura 7).



FIGURA 7 - Localização das parcelas nas regiões 1 e 2 (Reserva Extrativista Chico Mendes, Seringal Filipinas, Colocação Rio de Janeiro).
Fonte: Google Earth (2008).

A principal diferença entre as regiões 1 e 2 é que na área 1 há pouca interferência humana, sendo utilizada apenas para a extração de látex, castanha-do-brasil e muito raramente para a prática da caça, enquanto que na área 2 há mais fluxo de pessoas e veículos em decorrência da existência de um ramal nas proximidades onde as parcelas foram instaladas. As regiões 1 e 2 não foram comparadas, o que foi levado em consideração para o estudo de remoção foram apenas os períodos de oferta e de escassez de frutos de *B. excelsa* na área de estudo.

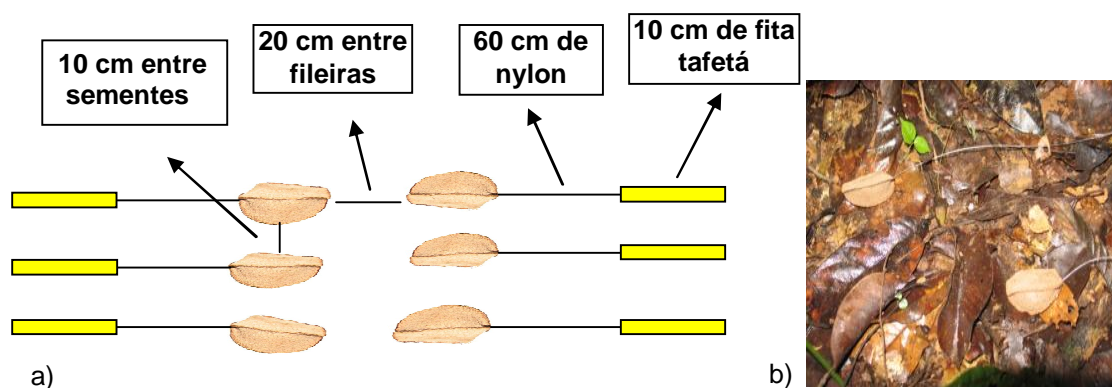


FIGURA 8 - Desenho amostral da disposição das sementes nas parcelas (a) e foto do fio de nylon preso à semente (b).

Em cada árvore sorteada foram colocadas diretamente no solo 20 sementes de castanha a uma distância de 10 m da base do tronco, dispostas em duas fileiras com uma distância de 10 cm entre as sementes e 20 cm entre as fileiras (Figura 8). Em cada semente foi preso um fio de nylon de 0,50 mm (Dourado[®]) de 60 cm de comprimento, sendo que na ponta do nylon foi amarrada uma fita de tafetá de 10 cm de cor amarela contendo dados referentes ao número da semente e da parcela. Para a fixação do nylon à semente foi utilizada uma solda a frio contendo resina epóxi, poliamida e cargas minerais (Durepox[®]).

O experimento, conforme detalhado acima, foi instalado na época de oferta e de escassez de frutos da castanheira, sendo utilizada as mesmas árvores nas duas épocas analisadas.

4.3 COLETA DE DADOS

Para a instalação do experimento foram coletadas sementes na própria área de estudo. As sementes utilizadas no período de oferta de frutos (época I) foram da mesma safra deste período, enquanto que as sementes utilizadas no período de escassez de frutos (época II) foram da safra anterior.

A primeira coleta de dados foi realizada no mês de fevereiro/2008, período em que espécie estava frutificando, e a segunda coleta no mês de setembro/2008, período em que a espécie não apresentava queda de frutos.

As 20 parcelas foram visitadas durante 8 dias consecutivos em dois períodos distintos, sendo que a primeira coleta de dados teve início no dia 9 de fevereiro/2008 e término no dia 16 de fevereiro/2008 e a segunda coleta com início no dia 17 de setembro/2008 e término no dia 23 de setembro/2008. Durante a realização dos experimentos foram feitas anotações das demais espécies que estavam frutificando no período de oferta e de escassez de frutos da castanheira. Essas observações foram realizadas nas imediações das parcelas.

A cada visita foram anotados para cada semente os seguintes dados: data, remoção (se a semente havia sido removida ou não); distância da semente removida em relação ao centro da parcela; destino da semente (no local, enterrada, sobre as folhas ou perdida) e condição da semente (intacta ou predada por vertebrados).

Para as análises, foram feitas combinações do destino e condição das sementes, sendo que para as sementes que foram removidas das parcelas (fora da parcela) foram consideradas as seguintes classificações:

5. Sementes removidas e/ou deixadas intactas sobre as folhas;
6. Sementes removidas, porém com vestígios de predação por vertebrados;
7. Sementes enterradas;
8. Sementes perdidas;

Para as sementes que não foram removidas das parcelas (na parcela) foram atribuídas às seguintes classificações:

1. Sementes intactas;
2. Sementes predadas por vertebrados;

Todas as sementes foram procuradas a partir de um raio de até 15 m do centro da parcela. As sementes que não estavam dentro desse raio de busca ou que tiveram o fio de nylon cortado pelos vertebrados foram consideradas sementes perdidas.

Para a medição da distância das sementes encontradas, utilizou-se uma trena de 30 m e um marco físico (um prego de 3 polegadas enterrado no solo) que foi colocado no centro da parcela na primeira medição. Não houve reposição de sementes nas parcelas.

Neste estudo o termo “parcela” deve ser entendido como o local onde foram espostas as sementes no solo.

Com o objetivo de capturar imagens de possíveis dispersores/predadores das sementes de *B. excelsa* foram utilizadas três armadilhas fotográficas (Tigrinus[®]), sendo uma analógica modelo 6.0C versão 1.0 (Olympus[®]) e duas digitais modelo 6.0D versão 1.0 (Sony[®]). Durante a pesquisa as armadilhas digitais não funcionaram adequadamente, sendo utilizado apenas uma armadilha (analógica) fotográfica para capturar as imagens (Figura 9).



FIGURA 9 – Armadilha fotográfica analógica utilizada para capturar as imagens dos dispersores/predadores.

A cada dia a armadilha fotográfica era posicionada em uma parcela diferente, ou seja, apenas 8 parcelas foram contempladas. Além das armadilhas fotográficas, foi utilizado uma máquina digital (Samsung 5.0 MP) para registrar possíveis rastros de animais nas proximidades das parcelas.

Ao término dos 8 dias de monitoramento, a armadilha fotográfica foi posicionada nas proximidades do local onde as parcelas haviam sido instaladas, sendo colocadas no solo várias sementes de castanha (seva) na tentativa de se obter novas imagens dos dispersores/predadores. Dessa forma as imagens dos animais, apresentadas nesta dissertação, foram capturadas tanto no experimento quanto nas sevas.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram tabulados a partir das observações feitas nas parcelas, ou seja, para cada parcela foi anotado o número de sementes removidas e sua condição.

Como os dados coletados foram contagens do número de sementes para cada observação, os mesmos foram considerados como variável categórica e por isso foi utilizada estatística não paramétrica. Apenas para os dados de distância de remoção poderia ser utilizado estatística paramétrica, no entanto, a maioria das sementes foram perdidas, resultando em um número muito grande de sementes com distância ignorada. Essa situação dificultou uma análise estatística e por isso os dados serão apresentados apenas de forma descritiva.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o software SPSS 15.0, considerando sempre os efeitos da época sobre as variáveis analisadas.

Para testar o efeito da época sobre a remoção de sementes foi utilizado o teste não paramétrico Kolmogorov-Smirnov Z, utilizando o número total de sementes removidas.

O tempo de remoção das sementes em cada época foi avaliado calculando-se a porcentagem de sementes removidas a cada dia. Os resultados foram apresentados em forma de gráfico e comparados visualmente.

Para avaliar se houve diferença nos destinos das sementes nas duas épocas estudadas, o número total de sementes em cada destino foi comparado por qui-quadrado.

Para avaliação da distância média de remoção das sementes, foram consideradas apenas as sementes removidas e encontradas. Após a tabulação dos dados, foram considerados classes de distâncias com intervalos de cinco metros.

5 RESULTAOS

5.1 REMOÇÃO DE SEMENTES

No período em que a castanheira estava frutificando, 100% das sementes foram removidas das parcelas. Já na época em que a castanheira não estava frutificando o número médio de sementes removidas por parcela foi de 17,4 ($\pm 5,8$). O número total de sementes removidas foi significativamente diferente entre as épocas de estudo ($\chi^2=3,615$ e $p=0,0573$).

No período de oferta de frutos da castanheira (época I) a remoção das sementes ocorreu muito rapidamente. Logo no primeiro dia de monitoramento 43,75% (N=400) das sementes já haviam sido removidas, enquanto que no período de escassez de frutos essa porcentagem de remoção só foi alcançada por volta do 5º dia de monitoramento (Figura 10).

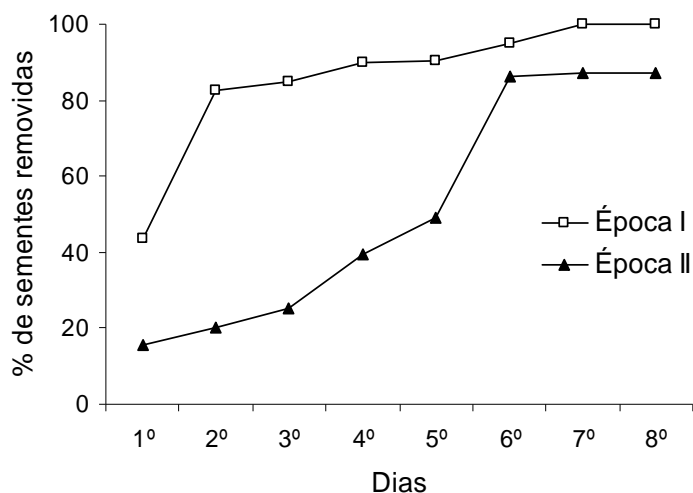


FIGURA 10 – Percentual acumulado de remoção de sementes de *B. excelsa* na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

Na época I todas as sementes foram removidas em 7 dias de monitoramento, enquanto que na época II ainda haviam 13% das sementes presentes nas parcelas, ou seja, a remoção ao final do experimento foi de 87% de sendo que no 8º dia de monitoramento nenhuma semente foi removida (Figura 10).

5.2 DESTINO DAS SEMENTES

Os destinos avaliados para as sementes foram considerados diferentes entre as épocas de oferta e de escassez de frutos de *B. excelsa* ($\chi^2=72,795$ e $p=0,0001$).

Observou-se que em ambas as épocas nenhuma semente permaneceu intacta nas parcelas e que a maioria das sementes removidas não foram encontradas (Figura 11). As sementes que não foram removidas na época II (13%, N=400) foram todas predadas por vertebrados nas parcelas.

Na época I todas as sementes foram removidas, mas apenas 15,75% (N=400) foram encontradas, sendo que dessas 66,7% estavam enterradas, 30,1% estavam sobre as folhas e apenas 3,2% estavam predadas. Na época II foram removidas 87% (N=400) das sementes e encontradas 21% (N=400), sendo que 87% estavam enterradas, 10,7% estavam sobre as folhas e apenas 2,3% estavam predadas.

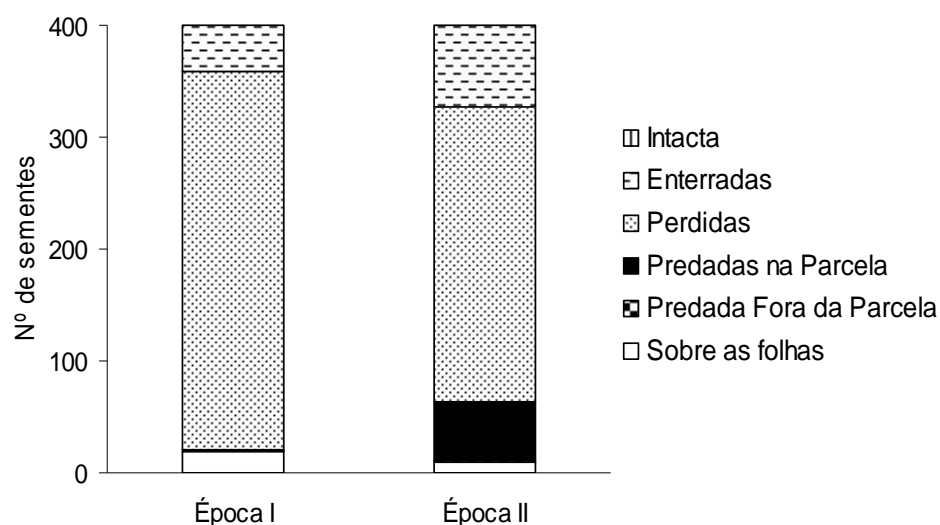


FIGURA 11 – Destino das sementes de *B. excelsa* removidas na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

Na época I foram perdidas 84,25% das sementes e 66% na época II. Essas sementes foram perdidas com ou sem o fio de nylon, sendo que em ambas as épocas a maioria das sementes foram perdidas sem o fio de nylon (Figura 12), ou seja, os animais cortaram o fio e levaram a semente embora. Todos os fios de nylon cortados foram encontrados dentro do raio estabelecido para a procura das sementes.

Em ambas as épocas, as sementes perdidas com o fio foram removidas a distâncias superiores à estabelecida para a busca, sendo essa perda maior na época II (Figura 12).

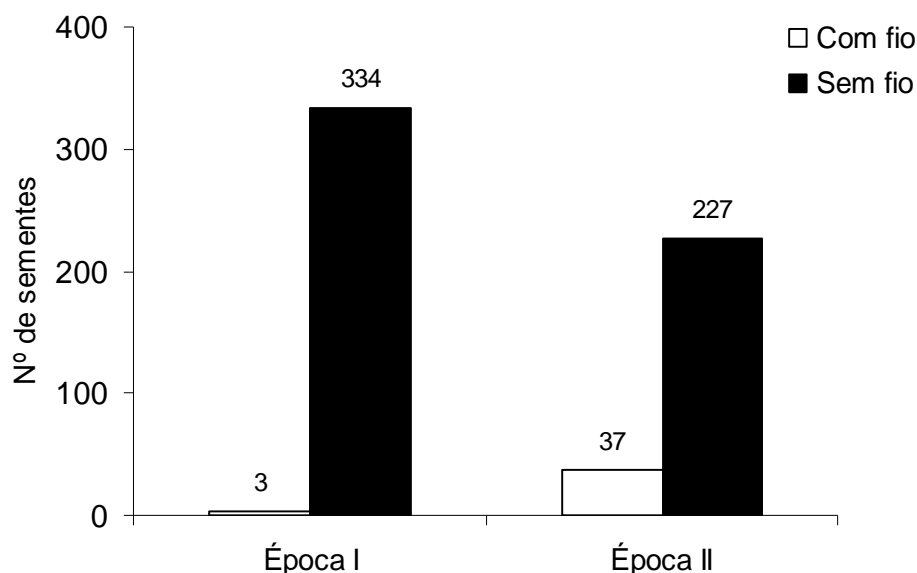


FIGURA 12 – Número de sementes perdidas com fio e sem fio nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

5.3 PREDACÃO

Houve diferença significativa no número de sementes predadas em cada uma das épocas ($X^2=48,286$ e $p=0,0001$), sendo que o maior número de sementes predadas ocorreu na época em que a castanheira não estava frutificando.

Observou-se predação de sementes por vertebrados (Figura 13) tanto dentro como fora das parcelas. Na época de abundância de sementes de castanha todas as sementes predadas estavam fora da parcela, enquanto que na época de escassez houve predação tanto dentro como fora da parcela, com maior número de sementes predadas dentro da parcela (Figura 14).



FIGURA 13 - Restos das sementes que foram predadas por vertebrados

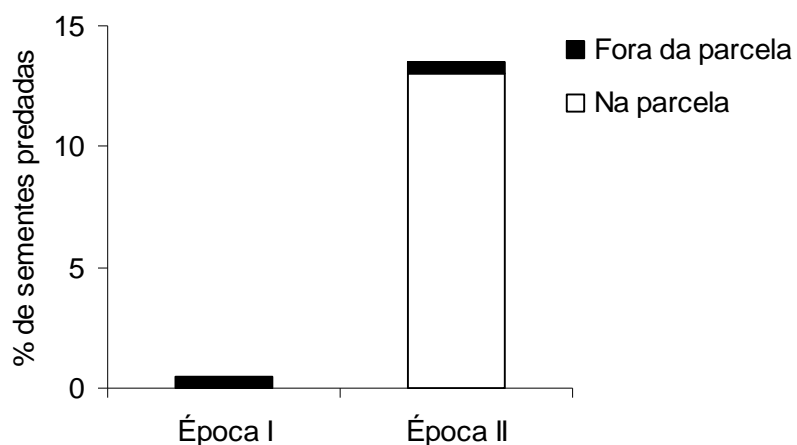


FIGURA 14 - Percentagem de sementes predadas por vertebrados dentro e fora das parcelas nas épocas I e II na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

5.4 DISTÂNCIA DE REMOÇÃO

A distância média de remoção das sementes de castanha, considerando apenas aquelas encontradas foi de 4,21m ($\pm 3,52$) na época em que a castanheira estava frutificando e de 4,22m ($\pm 3,29$) na época em que não havia frutos de castanheira disponíveis. Não houve diferença entre essas médias.

A maioria das sementes removidas e encontradas nas épocas I e II estava a uma distância de até 5 m das parcelas (Tabela 1).

TABELA 1 - Percentagem de sementes removidas em classes de distância

Distância (m)	Época I (N=63)	Época II (N=84)
$0 < d \leq 5$	65,08	72,62
$5 < d \leq 10$	25,40	19,05
$10 < d \leq 15$	9,52	8,33

Considerando o total de sementes removidas e encontradas nas duas épocas a distância média das sementes removidas foi de 4,21m ($\pm 3,38$) com 69,4% (N=147) das sementes a uma distância de até 5 m das parcelas.

5.5 POSSÍVEIS DISPERSORES/PREDADORES DE CASTANHA-DO-BRASIL

A armadilha fotográfica capturou imagens de cutiara (*Myoprocta pratti*), ratos, cutias (*Dasyprocta fuliginosa*) e macacos cairara (*Cebus albifrons*) nas parcelas.

Todos os roedores que tiveram suas imagens capturadas pela armadilha fotográfica foram identificados de acordo com o Guia dos Roedores do Brasil (BONVICINO et. al, 2008).

As cutiaras (*Myoprocta pratti*) (Figura 15) e os ratos (Figuras 16 e 17) foram os animais que apareceram com maior frequência nos registros fotográficos com 15 e 25 registros respectivamente.



FIGURA 15 - Imagens das cutiarias (*Myoprocta pratti*) fotografadas pela armadilha na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

Observou-se dois ratos com características morfológicas visuais diferentes (Figuras 16 e 17), o que possivelmente representem duas espécies. Usando o Guia dos Roedores do Brasil (BONVICINO et. al, 2008), considerou-se que as características do rato da Figura 16 coincide com a descrição do gênero *Proechimys* spp., não sendo

possível chegar ao nível de espécie. Para os ratos da Figura 17 não foi possível chegar a nenhum tipo de identificação devido à má qualidade das imagens capturadas.



FIGURA 16 - Imagens dos ratos (*Proechimys* spp.) fotografados pela armadilha na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.



FIGURA 17 - Imagens dos ratos fotografados e não identificados, Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

Em relação às cutias (*Dasyprocta fuliginosa*), animal que mais aparece na literatura como o principal dispersor da castanha, obteve-se apenas dois registros fotográficos (Figura 18).



FIGURA 18 - Cutias fotografadas na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

Os macacos cairara (*Cebus albifrons*) também foram fotografados no momento em que removiam as sementes de castanha da parcela (Figura 19).

Todas as imagens tiveram os horários de captura registrados, sendo verificado que os macacos cairara compareceram, em um mesmo dia, duas vezes em uma parcela, uma vez de dia e outra de noite, por volta das 19 h.

Em todas as imagens capturadas pela armadilha apareceu apenas um animal por vez.



FIGURA 19 - Imagens de macacos cairara (*Cebus albifrons*) fotografadas na área de estudo da Reserva Extrativista Chico Mendes, Epitaciolândia-Ac, Brasil.

6 DISCUSSÃO

Neste estudo, verificou-se que a dinâmica de remoção das sementes de castanha-do-brasil foi diferente de outros trabalhos. No caso da castanha, a remoção foi mais rápida e maior na época em que havia abundância de sementes. Este resultado foi contraditório ao esperado, conforme descrito nas hipóteses em que esperava-se a remoção mais rápida na época de escassez de frutos.

Em outros estudos de remoção de sementes grandes, a remoção é mais intensa em época de escassez do que em época de oferta de frutos e sementes. Forget (1996), avaliando a remoção de sementes de *Carapa procera* verificou que quanto menor a oferta de sementes na área como um todo, maior a remoção das sementes de *C. procera*.

Embora a remoção de sementes de castanha-do-brasil tenha sido menor na época de escassez, nenhuma semente ficou intacta nas parcelas. As sementes de castanha-do-brasil são muito apreciadas pela fauna, fato que pôde ser comprovado pelo tempo de remoção ou predação das sementes. Comparando com as sementes de andiroba (capítulo I desse estudo), pode-se considerar que as castanhas foram removidas ou consumidas quase que de imediato, pois nas duas épocas do estudo, em menos de oito dias 100% das sementes não estavam mais nas parcelas, enquanto que para a andiroba, aos 28 dias, cerca de 76% das sementes estavam intactas nas parcelas na época de oferta de frutos e 18% na época de escassez.

O tempo de remoção das castanhas neste estudo foi inferior a outros disponíveis na literatura, onde, no Pará, após 14 dias 85% (N=424) das sementes foram removidas (PERES; BAIDER, 1997) e na Bolívia cerca de 60 a 80% (N=59) das sementes estavam removidas em 3 semanas de monitoramento (BOUWMAN; VAN DIJK, 1999). Essa discrepância nos resultados pode ser em função da densidade de animais em cada local de estudo. No Seringal Filipinas, no mesmo local desse estudo, foi feito um levantamento da fauna sendo encontrado 9,97 ind./km² de macaco cairara, 2,78

ind./km² de cutia e 0,72 ind./km² de cutiara (ROSAS, 2006). A densidade de cutias, se comparada a outros estudos, pode ser considerada baixa: na Floresta Experimental Catuaba - Acre, Chaves (1999) encontrou uma densidade de cutias de 18,42 ind./km²; Peres et al. (1997), na Estação de Pesquisas Pinkaiti - Pará, encontrou 44 ind./km², sendo que Jorge e Peres (2005) nessa mesma área encontram 31 ind./km².

Segundo Smalwood e Peters (1986), a taxa de remoção de sementes está relacionada com a disponibilidade relativa e absoluta das sementes; com o valor nutricional relativo; e com a disponibilidade de sementes no decorrer dos anos. A castanha-do-brasil é uma espécie que preenche satisfatoriamente todos esses requisitos, pois é saborosa, nutritiva e produz frutos em abundância todos os anos (CYMERYYS et al., 2005).

Uma possível explicação para a maior rapidez de remoção das sementes de castanha na época de oferta de frutos da espécie pode ser o comportamento dos principais dispersores/predadores desta espécie, que são as cutias (*Dasyprocta* sp.) e cutiaras (*Myoprocta* sp.). De acordo com Smythe et al. (1982) há uma variação na densidade desses roedores em relação ao período de oferta e escassez de frutos, sendo que a redução na densidade coincide com o período de seca, período em que a um déficit de frutos na floresta. Alguns estudos como o de Aldler (1998) e de Chiarello (1999) demonstraram que a densidade de mamíferos foi maior quando houve maior oferta de alimento.

Os animais dispersores/predadores de sementes, especialmente para as espécies preferidas como é o caso da castanha-do-brasil, apresentam comportamento distinto em relação à oferta ou não do alimento (JANSEN; FORGET, 2001). Com certeza os animais sabem a época de oferta da castanha-do-brasil e estão “atentos” a este alimento, não apenas para comer, mas especialmente para removê-los de seus locais e enterrá-los em esconderijos para servirem de alimento na época de escassez, comportamento identificado como *scatterhoard* (MORRIS, 1962) e relacionado por vários autores como sendo típico de roedores eficientes na dispersão de sementes

grandes (FORGET, 1990; 1996; 1999; 2000; VANDER WALL, 1995; 2000; 2002; JANSEN; DEN OUDEN, 2004; JORGE, 2008), entre elas as castanhas.

Durante o período de escassez de alimento os *scatterhoarding*, principalmente as pacas (*Agouti* sp.); cutias (*Dasyprocta* sp.); e cutiaras (*Myoprocta* sp.) permanecem frugívoros, diferente de outros vertebrados que divergem totalmente sua dieta em detrimento da escassez de frutos (HENRY, 1999). Pelo fato de permanecerem frugívoros, as pacas, cutiaras e cutias passam a se alimentar das sementes que haviam enterrado durante a oferta de frutos do período anterior (SMYTHE, 1970, 1978; HENRY, 1999).

Essa diferença de comportamento pode ter resultado na maior demora dos animais em remover as sementes das parcelas na época de escassez e também na predação imediata das sementes na parcela, pois a atenção dos mesmos estava em se alimentar embora a remoção e enterramento das sementes foram bastante expressivos.

Na época de oferta de frutos da castanheira, 66,6% das sementes removidas e encontradas estavam enterradas, enquanto que na época de escassez essa porcentagem aumentou para 86,9%. Esse resultado de maior ação para enterrar as sementes na época de escassez de alimento também foi observado por Forget (1996). Talvez essa atitude seja para garantir o alimento nos próximos dias, pois esconder é muito mais eficiente do que deixá-lo exposto, considerando que o animal que achou as parcelas não teria condições de se alimentar de todas as sementes encontradas de uma única vez. Além dessa não ser a melhor estratégia no longo prazo. Zuidema (2003) também relata que o número de sementes de castanha enterradas é maior que o número de sementes comidas.

A concorrência com outros animais pôde ser evidenciada em uma das parcelas desse estudo, onde todas as sementes foram predadas. Nessa parcela observou-se registros fotográficos de rato, cutia e cutiara.

O fato dos roedores terem enterrado mais sementes na época de escassez de frutos da castanheira não significa que essas sementes tenham melhores chances de

germinar do que as poucas sementes enterradas no período de oferta de frutos da castanheira. Considerando que as sementes que conseguem germinar são aquelas que foram enterradas e esquecidas pelos *scatterhoard* e que não são encontradas por outros predadores, é provável que as poucas sementes dispersas na época de oferta de alimento tenham maior chance de não serem encontradas e por isso escaparem da predação, já que nesse período há muito mais sementes para serem dispersas e para saciar a fome dos predadores.

A predação de sementes de castanha-do-brasil foi muito maior na época de escassez de frutos do que na época de oferta. Na época em que houve abundância de frutos de castanha observou-se predação das sementes apenas fora da parcela e mesmo assim foi menos de 1%, embora muitas sementes não tenham sido encontradas (podem ter sido predadas longe das parcelas, fora do raio de 15m de busca). Na época de escassez de frutos a predação maior dentro da parcela.

Estes resultados estão de acordo com o encontrado por Henry (1999), na Guiana Francesa, onde foi encontrado restos de sementes em cerca de 75% do conteúdo estomacal de cutias no período de escassez de frutos.

A disponibilidade de alimento é um fator que afeta a decisão de um *scatterhoarder* comer ou enterrar o alimento, além de outros como a concorrência, disponibilidade de locais adequados e seguros para o esconderijo, palatabilidade e características do ambiente (JANSEN; FORGET, 2001). Esta teoria explica a maior predação das sementes de castanha-do-brasil na época de escassez, comprovando a hipótese desse estudo de que a predação seria maior no período de escassez das castanhas.

Durante o experimento, na época de escassez, outras espécies estavam frutificando, como o caucho (*Castilla ulei*) e a guariúba (*Clarisia racemosa*), cujos frutos são bastante apreciados pela fauna, no entanto, isto não foi suficiente para limitar a predação ou remoção das castanhas.

O destino das sementes removidas não pôde ser determinado com exatidão, pois a maioria das sementes teve o fio de nylon cortado impossibilitando a definição do destino. Poucas sementes com fio ou apenas o fio não puderam ser encontrados e considera-se que nesse caso, as sementes foram removidas a distâncias maiores que 15m da parcela.

As sementes removidas e encontradas estavam a uma distância curta, estando a maioria delas num raio de 5 m do centro da parcela. Zuidema (2003) relata que as sementes de castanha-do-brasil são dispersas a curtas distâncias e que essa característica pode ajudar a entender a distribuição agregada de algumas espécies a nível de solo. Em estudo da estrutura populacional da castanheira, no mesmo local desse estudo, a distância média das castanheiras foi de 34,3 m sem a identificação de agregados bem definidos (Wadt et al., 2005).

Nos estudos de Peres e Baidier (1997) e de Bouwman e Van Dijk (1999) mais de 50% das sementes removidas também foram encontradas a uma distância de até 5 m do ponto de origem, tendo como distância máxima 20,2 e 25 m, respectivamente para esses estudos. Outros estudos relatam distâncias curtas de remoção de sementes com espécies que também são dispersas por roedores (FORGET, 1990; 1992; PIMENTEL; TABARELLI, 2004; DONATTI, 2004)

Neste estudo algumas sementes foram removidas a distâncias superiores a 15 m, sendo que uma dessas sementes foi encontrada enterrada a 20 m do ponto de origem. Talvez a distância de 15 m para a procura não tenha sido ideal, embora uma quantidade muito alta de sementes tivesse o fio de nylon cortado, os quais foram encontrados dentro do raio de busca. Apesar disso, não se pode afirmar nada sobre a distância de remoção dessas sementes nem tão pouco quanto ao destino das mesmas.

As imagens capturadas pela armadilha fotográfica indicam que as sementes da castanheira são um atrativo alimentar para cutiaras (*Myoprocta pratti*), cutias (*Dasyprocta fuliginosa*), ratos e para os macacos cairara (*Cebus albifrons*).

Embora alguns estudos tenham afirmado que as cutias (*Dasyprocta* spp.) sejam os principais predadores e dispersores de sementes de *B. excelsa* (PRANCE; MORI, 1979; MORI; PRANCE, 1990; PERES; BAIDER, 1997; PERES et al. 1997; BAIDER, 2000; ORTIZ, 2002; ZUIDEMA, 2003), considera-se que todos os animais fotografados nas parcelas sejam predadores, porém a cutiara e a cutia por serem animais que transportam e armazenam as sementes para uma posterior alimentação (*Scatterhoarding*) podem atuar principalmente como dispersores e serem os mais eficientes na dispersão de sementes de *B. excelsa* na área de estudo.

Parece que nesta área de estudo, os ratos foram os principais predadores de castanha-do-brasil, pois obtiveram o maior número de registros em todas as parcelas em que a armadilha fotográfica foi instalada. Em algumas parcelas a armadilha efetuou mais de 15 registros de ratos em uma única noite. Todos os registros de visita dos ratos ocorreram entre 1 e 3h da manhã. Segundo informações dos extrativistas que residem na área de estudo, as cutias e as cutiaras não saem para procurar alimentos nesses horários. Nas parcelas em que a armadilha capturou imagens de cutia e cutiara os horários registrados foram sempre entre 4 e 9h da manhã e entre 17 e 19h da noite.

Através da sequência dos registros fotográficos, observou-se os ratos cortando o fio de nylon que estava preso às sementes. Alguns fios cortados foram encontrados a alturas de 50 cm do solo sobre árvores caídas.

Em outra seqüência de registros fotográficos foram observadas as imagens do macaco cairara, que esteve em uma mesma parcela duas vezes em horários diferentes e de uma só vez removeu duas sementes. Os macacos também podem ser considerados dispersores, pois na tentativa de abrir os ouriços de safras anteriores (ouriços envelhecidos) utilizando galhos das árvores como suporte para quebrar o fruto as sementes acabam se espalhando pelo chão da floresta (CYMERYS et al., 2005).

7 IMPLICAÇÕES PARA O MANEJO

A contribuição dos vertebrados com comportamento de *scatterhoarder* no recrutamento de plântulas caracteriza-se como um processo de co-evolução adaptativa entre planta e animal. A estrutura genética e demográfica de espécies cujas sementes são dispersas por animais estão intimamente relacionadas ao processo de dispersão de sementes (HAMRICK; GOD, 1997). No caso dos *scatterhoarder* esta relação é bastante evidente, pois as sementes enterradas e esquecidas podem contribuir significativamente para a regeneração de populações vegetais naturais (ZHISHU et al., 2004), pois as sementes enterradas têm maiores chances de germinação e estabelecimento de plântulas (WANG et al., 2004).

A castanheira é uma espécie que apresenta essa característica co-evolutiva, pois devido ao seu fruto ser lenhoso e não abrir após a dispersão primária, para que uma semente germine e gere um novo indivíduo é necessário que “alguém” as retire de dentro do ouriço. Apenas os roedores (especialmente a cutiara e a cutia), com seus dentes afiados, são capazes de abrir o ouriço, embora os macacos também consigam quebrar os ouriços mais velhos batendo-os no galho de uma árvore (CYMERYYS, et al., 2005).

Da mesma maneira que os roedores são importantes para a castanheira, as sementes de castanha desempenham um papel crucial no ciclo de vida desses animais, pois a disponibilidade de frutos em uma área pode influenciar tanto a diversidade quanto a abundância de animais frugívoros (SUAREZ, 2006), sendo que nos períodos de escassez as comunidades frugívoras são mais fortemente afetadas em sua dieta alimentar (TERBORGH, 1986).

O comportamento de enterrar as sementes é influenciado pela disponibilidade e qualidade das sementes. O armazenamento de sementes pelos *scatterhoarder* é um processo extremamente relevante para a sobrevivência de muitas espécies (SMYTHE, 1978; HENRY, 1999; STAPANIAN, 1986; VANDER WALL, 1990; JORGE, 2008) e deve

ser uma preocupação quando se trata de uso sustentado dos ecossistemas florestais (JANSEN; ZUIDEMA, 2001).

A contribuição dos *scatterhoarders* para a conservação das florestas é inegável. O simples fato de removerem as sementes do entorno da planta mãe, enterrá-las em locais distintos e seguros e até mesmo transportarem sementes já enterradas para outros locais (JANSEN; FORGET, 2001) constitui numa vantagem evolutiva para as plantas. No entanto, deve-se considerar que outras condições adversas (p.ex. intempéries climáticas) podem interferir nas condições de sobrevivência das sementes (FORGET et al., 2000).

A presença da cutia e da cutiara nos castanhais é fundamental para garantir a renovação dos mesmos, porém a permanência desses animais nessas áreas não pode ser assegurada apenas pela redução ou controle da caça predatória, a manutenção da floresta é um fator altamente relevante. A fragmentação florestal de áreas em que há ocorrência da cutiara (*Myoprocta* spp.) tem um efeito extremamente negativo na densidade desse roedor. Jorge (2008) encontrou uma densidade de $0,64 \pm 0,09$ ind./ha⁻¹ de cutiara em floresta contínua, enquanto que nas áreas fragmentadas a densidade foi de apenas $0,07 \pm 0,07$ ind./ha⁻¹, para a cutia o efeito da fragmentação não foi negativo, mostrando certa resiliência dessa espécie. O autor alerta que a fragmentação florestal nas áreas centrais da região amazônica pode trazer consequências negativas para o gênero *Myoprocta* spp., tendo em vista que a presença desse roedor é restrita a essas regiões. Sabe-se que a cutia e a cutiara são os únicos roedores capazes de abrir o ouriço da castanheira logo após a dispersão primária, porém não se têm informações a respeito da quantidade de ouriços que cada um desses roedores abre por dia.

Nesse estudo, os registros fotográficos mostraram uma intensa relação da cutiara com a castanha-do-brasil, evidenciando que essa espécie pode ter um papel importante na dispersão da espécie, talvez mais importante que o da cutia, embora não se tenha estudos que quantifiquem isso.

Embora as cutias sejam mais apreciadas para a caça do que as cutiaras (ROSAS, 2006), o estudo de Jorge (2008) mostrou que a cutiara é mais sensível a perturbações nas florestas do que a cutia e se por um acaso esses sejam os roedores mais ligados à dispersão da castanha, cuidados devem ser tomados com a população dessa espécie nos planos de manejo da castanheira.

A coleta indiscriminada da castanha-do-brasil, sem o monitoramento das populações de cutia e cutiara pode levar a um colapso na população das castanheiras, mesmo que a um longo período de tempo devido à longevidade da castanheira. Resultados desse estudo mostraram que os roedores são eficientes em enterrar as sementes de castanha-do-brasil, embora não se tenha informação sobre o destino final dessas sementes, ou seja, se foram predadas ou geminaram.

O tempo que os roedores tiveram acesso às sementes foi curto, embora em outros estudos esse tempo tenha sido maior (ZUIDEMA, 2003; PERES e BAIDER, 1997). Mesmo que o experimento tenha sido conduzido com sementes e não com o fruto intacto, este resultado traz informações de que a dispersão da castanha-do-brasil é rápida e que a coleta da maneira em que é feita no Estado do Acre (após a queda de todos os frutos) pode ser considerada sustentável do ponto de vista ecológico, conforme colocado por Wadt et al. (2008).

Nas condições de boas práticas de coleta da castanha-do-brasil, onde o problema focal é a contaminação por aflatoxinas, há uma recomendação de que os frutos sejam retirados o mais rápido possível da floresta para evitar que as sementes sejam contaminadas (GONÇALVES, et al., 2006). Essa recomendação deve levar em consideração a interação da espécie com a fauna, buscando-se definir um tempo mínimo dos frutos no chão para que não haja prejuízos tanto para a população de castanheira como para os roedores associados.

REFERÊNCIAS

- ADLER, G. H. Impacts of resource abundance on populations of a tropical forest rodent. **Ecology**, v. 79, n. 1, p. 242-254, 1998.
- ARGOLO, V. M.; WADT, L. H. O. Abelhas visitantes de flores de *Bertholletia excelsa* em área de plantio e floresta nativa - Rio Branco, Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais de trabalhos completos**. Fortaleza: Editora da Universidade do Ceará, 2003.
- AUGSPURGER, C. K. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: experimental studies of effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions. **Oecologia**, v. 61, n. 2, feb. p. 211-217, 1984.
- BAIDER, C. **Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecythidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental**. 2000. 81 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BLEHER, B.; BOHNING-GAESE, K. Consequences of frugivores diversity for seed dispersal, seedling establishment and spatial pattern of seedlings and trees. **Oecologia**, v. 129, n. 3, nov. p. 385-394, 2001.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. **Guia dos Roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos**. Centro Pan-Americano de Febre Aftosa - OPAS/OMS. Rio de Janeiro, 120p, 2008. (Manual Técnico, 11).
- BOUWMAN, M.; VAN DIJK, S. **Removal and fate of Brazil nut seeds (*Bertholletia excelsa*) exposed in two contrasting seed densities in a Bolivian moist forest**. M.Sc. Thesis, Utrecht University, Utrecht Netherlands. 1999, 12 p.
- CATRILLÓN, A. L.; PURCHIO, A. Fungos contaminantes e produtores de aflatoxinas em castanha do Pará (*Bertholletia excelsa* HUMB. & BONPL.). **Acta Amazônica**, v. 18, n. 3-4, p. 173-183, 1988.
- CHAVES, W. A. **Estimativa das densidades das espécies de primatas da Fazenda Experimental Catuaba, no município de Rio Branco, Acre**. Rio Branco, AC: PIBICCNpq: Universidade Federal do Acre - UFAC. 1999. 20 p. Relatório.
- CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brasil. **Biological Conservation**, v. 89, aug. p. 71-82. 1999.

CLARK, D. A.; CLARK, D. B. Spacing dynamics of tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. **American Naturalist**, v. 124, n. 6, dec. p. 769-788, 1984.

CYMERYS, M; WADT, L. H. O., KAINER, K.; ARGOLO, V. M. Castanheira (*Bertholletia excelsa* H&B). In SHANLEY, P; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005, p. 61-73.

CORNEJO, F. Historia natural de Castaña (*Bertholletia excelsa*: Lecythidaceae) y técnicas para su manejo. **Asociación para Conservación de la Cuenca Amazonica, Lima, Peru, and The Amazon Conservation Association**, Washington, 2003, 50 p.

CONNEL, J. H. 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. (Ed.), Dynamics of populations. Centre for Agricultural Publications and Documentation, Wageningen, **The Netherlands**, 1971, p. 298-310.

DALY, D. C.; MITCHELL, J. D. Lowland vegetation of tropical South America an overview. In: LENTZ, D. (Ed.) **Imperfect Balance: Landscape transformations in the pre- Columbian Americas**. Columbia University Press, Nova York, 2000, p. 391-454.

DONATTI, C. I. **Consequências da defaunação na dispersão e predação de sementes e no recrutamento de plântulas da palmeira brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) na Mata Atlântica**. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. São Paulo.

FERNANDES, E. T. M. B. **Diversidade morfológica e produção de *Bertholletia excelsa* H. B. K. (LECYTHIDACEAE) no sudeste do Estado do Acre - Brasil**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre - UFAC, Rio Branco, AC.

FERNANDEZ, N. P.; ALENCAR, J. C. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies 4. Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) H. B. K. , dez anos após o plantio. **Acta Amazônica**, v. 23, n. 2-3, p. 191-198, 1993.

FORGET, P-M. Seed dispersal of *Vouacapoua americana* Aublet. (Caesalpiniaceae) by caviomorph rodents in French Guiana. **Jornal Tropical Ecology**, v. 6, n. 4, nov. p. 459-468, 1990.

FORGET, P-M. Seed removal and seed fate in *Gustavia superba* (Lecythidaceae). **Biotropica**, v. 24, n. 3, p. 408-414, 1992.

FORGET, P-M. MUNOZ, E.; LEIGH, E. G. Predation by rodents and bruchid beetles on seeds of Scheelea palms on Barro Colorado Island, Panama. **Biotropica**, v. 26, n. 4, dec. p. 420-426, 1994.

FORGET, P-M. Removal of seeds of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, p. 751-761, 1996.

FORGET, P-M.; MILLERON, T.; FEER, F.; HENRY, O.; GERARD, D. Effects of dispersal pattern and mammalian herbivores on seedling recruitment for *Virola michelii* (Myristicaceae) in French Guiana. **Biotropica**, v. 32, n. 3, sep. p. 452-462, 2000.

FORGET, P-M.; VANDER WALL, S. B. Scatter-hoarding rodents and marsupials: convergent evolution on diverging continents, **Trends in Ecology & Evolution**, v. 16, n. 2, feb. p. 65-67, 2001.

GAUTIER-HION, A.; GAUTIER, J. P.; MAISELS, F. Seed dispersal versus seed predation: an inter-site comparison of two related African monkeys. **Vegetatio**, v. 107-108, n. 1, jun. p. 237-244, 1993.

GONÇALVES, R. C.; SOUZA, J. M. L.; REIS, F. S.; LIMA, M. N.; OLIVEIRA, E. B. L. Diversidade da microbiota de sementes de castanheira, *Bertholletia excelsa* Humbolt e Bomplier colhidas em sistemas extrativistas no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20. 2006, Curitiba. **Anais.....** Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2006.

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

HAMRICK, J. L.; GODT, M. J. W. Effectes of life history traits on genetic diversity in plant species. **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 351, n. 1345, sep. p. 1291-1298, 1996.

HENRY, O. Frugivory and importance of seeds in the diet of the orange-rumped agouti (*Dasyprocta leporine*) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 3, p. 291-300, 1999.

HOLDRIDGE, L. R. **Ecología basada en zonas de vida**. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1978.

HOWE, H. F.; SMALWOOD, J. Ecology of seed dispersal. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, nov. p. 201-228, 1982.

JANSEN, P. A.; FORGET, P. M. "Scatter-hoarding rodents and tree regeneration." In: BONGERS, F.; CHARLES-DOMINIQUE, P.; FORGET, P. M. (Ed.). **Nouragues: Dynamics and Plant-animal Interactions in a Neotropical Rainforest**. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 2001. p. 275-288.

JANSEN, P. A.; ZUIDEMA, P. A. Logging, seed dispersal by vertebrates, and natural regeneration of tropical timber trees. In: FIMBEL, R. A.; GRAJAL, A.; ROBINSON, J. (Ed.). **The cutting edge: conserving wildlife in logged tropical forests**. New York, USA: Columbia University Press, 2001. p. 35-60.

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

JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, nov. p. 465-492, 1971.

JORGE, M. L. S. P. Effects of forest fragmentation on two sister genera of Amazonian rodents (*Myoprocta acouchy* and *Dasyprocta leporina*). **Biological Conservation**, v. 141, n. 3, mar. 617-623. 2008.

KAINER, K. A.; DE MATOS MALAVASI, M.; DURYEY, M. L.; RODRIGUES DA SILVA, E. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) seed characteristics, preimbibition and germination. **Seed Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 731-745, 1999.

KAINER, K. A.; DURYEY, M. L.; MACEDO, N. C. DE; WILLIAMS, K. Brazil nut seedling establishment and autoecology in extractive reserve of Acre, Brasil. **Ecological Applications**, v. 8, n. 2, may. p. 397-410, 1998.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; GOMES-SILVA, D. A. P.; CAPANU, M. Brasil nut-liana relations in the Western Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, p. 147-154, 2006.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C. L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management**, v. 250, p. 244-255, 2007.

JORGE, M. S. P.; PERES, C. A. Population density and home range size of red-rumped Agoutis (*Dasyprocta leporina*) with and outside a natural Brazil Nut stand in Southeastern Amazônia. **Biotropica**, v. 37, n. 2, p. 317-321, 2005.

LIMA, L. M. S. **Fenologia de Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) e Castanheira (*Bertholletia excelsa* HBK.), no município de Rio Branco, Acre**. Rio Branco, AC: PIBICCNPq; EMBRAPA: UFAC. 2007. 26 p. Relatório.

LIMA, L. M. S. **Biologia reprodutiva de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em um plantio no Acre**. 2009. 41 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**, v. 1, 4ª. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2000.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, F. C. **Fenologia reprodutiva e entomofauna polinizadora da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) Humb. E Bonpl. (Lecythidaceae) na**

Amazônia Oriental. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1999. p. 25-30. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 123).

MAUÉS, M. M. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ FONSECA, V. L. (Ed.). **Pollinating Bees: The conservation link between agriculture and nature.** Ministry of the Environment, Brasília, DF, 2002. p. 245–254.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Taxonomy, ecology, and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, v. 8, p. 130–150, 1990.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. Species diversity, phenology, plant-animal interactions, and their correlation with climate, as illustrated by the Brazil nut family (Lecythidaceae). In: PICKINSON, R. E. (Ed.). **The geophysiology of Amazonia**, New York, p. 69-89, 1987.

MORITZ, A. 1984. **Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. And Bonpl.; Lecythidaceae).** EMBRAPA/CPATU, 82 p, (Documentos, n. 28).

MORI, S.; SWARTHOUT, D. "Brazil nut (*Bertholletia excelsa*)." In: CUTLER, J. C. (Ed.). **Encyclopedia of Earth.** WASHINGTON, D.C. Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment, 2008. Disponível em: <[http://www.eoearth.org/article/Brazil_nut_\(Bertholletia_excelsa\)](http://www.eoearth.org/article/Brazil_nut_(Bertholletia_excelsa))>. Acesso em: 11 nov. 2008.

MORRIS, D. The behavior of the green acouchi (*Myoprocta pratti*) with special reference to *scatter hoarding*. **Proceedings of the zoological society**, London. v. 139, p. 701-731, 1962.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. E. U. DE; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. de B. **A cultura da castanha-do-brasil.** Brasília: EMBRAPA, CPATU, 1995. 65p. (Coleção Plantar, 23).

MÜLLER, C. H.; RODRIGUES, I. A; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, N. R. M. Castanha-do-Brasil, resultados de pesquisa. Belém, PA: EMBRAPA/CPATU, 1980. p. 1-25, (**Miscelânea**, v. 2).

O'MALLEY, D. M.; BUCKLEY, D. P.; PRANCE, G. T.; BAWA, K. S. Genetics of Brazilnuts (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae): Mating system. **Theoretical and applied genetics**, v. 76, n. 6, p. 929-932, 1988.

ORTIZ, E. G. Survival in a nutshell. **Americas**, v. 47, p. 7-12, 1995.

ORTIZ, E. G. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). In: Shanley, P.; Pierce, A.; Laird, S.; Guillen, A. (Ed.). **Tapping the Green Market: Certification and Management of Non-Timber Forest Products**. Earthscan, London, 2002, p. 61-74.

PERES, C. A.; BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil nut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge GB, v.13, n. 4, jul. p. 595-616, 1997.

PARREIRA, J. O. F. **Atlas geográfico ambiental do Acre**. Rio Branco, AC: IMAC, 1991. 48 p.

PERES, C. A.; SCHIESARI, L. C.; DIAS-LEME, C. L. Vertebrate predation of Brazil-nuts (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae), an agouti-dispersed Amazonian seed crop: a test of the escape hypothesis. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, p. 69-79. 1997.

PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L.; FRANCIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; JR, G. H. S.; KANASHIRO, M.; COVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, n. 5653, dec. p. 2112-2114, 2003.

PETERS, C.M. Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: An Ecological Primer. Washington, DC: World Wildlife Fund. 1994, 45 p.

PIMENTEL, D. S.; TABARELLI, M. Seed dispersal of the palm *Attalea oleifera* in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 36, n. 1, mar. p. 74-84, 2004.

PINHEIRO, E.; ALBUQUERQUE, M. Castanha-do-pará. In: BRASIL. Ministério da Agricultura. **Livro anual da agricultura: revolução tecnológica**. Brasília, DF, 1968. p. 224-33.

PRANCE, G. T. The pollination and androphore structure of some Amazonian Lecythidaceae, **Biotropica**, v. 8, n. 4, dec. p. 235-41, 1976.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. Lecythidaceae - Part I. The actinomorphic-flowered New World Lecythidaceae (*Asteranthos*, *Gustavia*, *Grias*, *Allantoma*, & *Cariniana*). The New York Botanical Garden, Bronx, NY, USA, **Flora Neotropica Monograph**, v. 21, p. 1-270, 1979.

PROGRAMA ESTADUAL DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO ACRE. **Zoneamento Ecológico-Econômico**: documento final. Recursos Naturais e Meio Ambiente, v. 1 -. Rio Branco, AC: SECTMA, 2000.116 p.

PROGRAMA ESTADUAL DE ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO ACRE. **Zoneamento Ecológico-econômico Fase II**: documento síntese. Escala 1:250.000. Rio Branco, AC: Secretaria de Estado de Planejamento e

Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2006. 354 p. il. color. Acompanha Um CD ROM: Documento síntese, mapas temáticos, mapa subsídio a gestão territorial. 2006, 347 p.

RIBEIRO, J. E. L. S.; HOPKINS, M. J. G.; VICENTINI, A.; SOTHERS, C. A.; COSTA, M. A. S.; BRITO, J. M.; SOUZA, M. A. D.; MARTINS, L. H.; LOHMANN, L. G.; ASSUNÇÃO, P. A.; PEREIRA, E. C.; SILVA, C. F.; MESQUITA, M. R.; PROCÓPIO, L. C. **Flora da Reserva Ducke**. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central. INPA-DFID, Manaus, 1999, 800 p.

ROSAS, G. K. C. **Pressão de caça, abundância, densidade e riqueza de mamíferos em duas áreas de coleta de castanha-do-brasil situadas no Sudoeste do Estado do Acre**. 2006. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; NEPSTADE, D. C.; BAKK, A. Estrutura populacional e breve caracterização ecológica – econômica de 108 espécies arbóreas da floresta Amazônica brasileira – I. **Interciência**, v. 20, n. 1, p. 20-29, 1995.

SALOMÃO, R. D. P. I. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H & B. (“Castanheira”) nas regiões de Carajás e Marabá, Estado do Pará. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica, v. 7, n. 1, p. 47-68, 1991.

SANTOS, J. U. M., BASTOS, M. N. C., GURGEL, E. S. C., CARVALHO, A. C. M. *Bertholletia excelsa* Humboldt & Bonpland (Lecythidaceae): aspectos morfológicos do fruto, da semente e da plântula. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 103-112, maio - ago. 2006.

SCHUPP, E. W. Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, jun. p. 15-29, 1993.

SERRANO, R. O. P. **Regeneração e estrutura populacional de *Bertholletia excelsa* H. B. K. em áreas com diferentes históricos de ocupação, no Vale do Rio Acre (Brasil)**. 2005. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e manejo de Recursos Naturais). Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC.

SILVERTOWN, J. Sustainability in a nutshell. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 19, n. 6, jun. p. 276-278, 2004.

SMYTHE, N. The natural history of the central American agouti (*Dasyprocta punctata*). **Smithsonian Contribution to Zoology**, v. 257, p. 1-52. 1978.

SMYTHE, N.; GLANZ, W.E.; LEIGH, E. G. Population regulation in some terrestrial frugivores. In: Leigh, E. G.; Rand, A. S. & Windsor, D. M. (Ed.). **The ecology of a tropical forest**. Washington, Smithsonian, 1982. p. 227-238.

STAPANIAN, M. A. Seed dispersal by birds and squirrels in the deciduous forest on the states. In: ESTRADA, A.; FLEMING, T. H. (Ed.) **Frugivores and seed dispersal**. Dordrecht: W. Junk Publishers, 1986. p. 225-236.

SUAREZ, S. A. Diet and travel cost for spider monkeys in a Nonseasonal, Hyperdiverse Environment. **International Journal of Primatology**, v. 27, n. 2, apr. p.144-436, 2006.

TERBORGH, J., Keystone plant resources in the tropical forest. In: SOULÉ, M. (Ed.). **Conservation Biology**. Massachusetts, Sunderland: Sinauer, 1986. p. 330-344.

TERBORGH, J.; LOSOS, E.; RILEY, M. P. RILEY, M. B. Predation by vertebrates and invertebrates on the seeds of five canopy tree species of an Amazonian forest. **Vegetatio**, v. 107/108, n. 1, jun. p. 375-386, 1993.

TRIVED, M. R.; CORNEJO, F. H.; WATKINSON, A. R. Seed Predation on Brazil Nuts (*Bertholletia excelsa*) by Macaws (Psittacidae) in Madre de Dios, Peru. **Biotropica**, v. 36, n. 1, mar. p. 118-122, 2004.

VAN DER PIJL, L. **Principles of Dispersal in Higher Plants**. 3. ed. New York: Berlin Heidelberg. 1982, 215 p.

VANDER WALL, S. B. **Food hoarding in animals**. University of Chicago, Illinois, 1990. 445 p.

VAN SCHAIK, C. P., TERBORGH, J. W.; WRIGHT, S. J. The phenology of tropical forests: adaptive significance and consequences for primary consumers. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 24, nov. p. 353 -377, 1993.

VANDER WALL, S. B. Masting in animal-dispersed pines facilitates seed dispersal. **Ecology**, v. 83, n. 12, dec. p. 3508–3516, 2002.

VIANA, V. M.; MELLO, R. A.; MORAIS, L. M.; MENDES, N. T. Ecology and management of Brazil nut population in extractive reserves in Xapuri, Acre. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: MCT/INPA, 1998, p. 277-292.

ZHISHU, X.; ZHIBIN, Z.; WANG, Y. Impacts of *scatter-hoarding* rodents on restoration of oil tea *Camellia oleifera* in a fragmented Forest. **Forest Ecology and Management**, v. 196, n. 2-3, jul. p. 405-412, 2004.

ZUIDEMA, P. A. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. Riberalta: PROMAB, 2003. 111 p. (PROMAB Scientific Series, 6).

ZUIDEMA, P. A.; BOOT, R. G. A. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, n. 1, p. 1-31, 2002.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazônia. **Forest Ecology and Management**, v. 211, n. 3, jun. p. 371-384, 2005.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; STAUDHAMMER, C. L.; SERRANO, R. O. P. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: Natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation**, v. 141, n.1, jan. p. 332-346, 2008.

WANG Y-S.; XIAO Z-S.; ZHANG Z-B. Seed Deposition Patterns of Oil Tea *Camellia oleifera* Influenced by Seed-caching Rodents. **Acta Botanica Sinica**, v. 46, n. 7, jul. p. 773-779, 2004.