



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

PAULO MARCELO VERAS DE PAIVA

**A COLETA INTENSIVA E A AGRICULTURA ITINERANTE SÃO AMEAÇAS
PARA OS CASTANHAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI?**

Macapá, Amapá

Março, 2009



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

PAULO MARCELO VERAS DE PAIVA

**A COLETA INTENSIVA E A AGRICULTURA ITINERANTE SÃO AMEAÇAS
PARA OS CASTANHAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical da Universidade Federal do Amapá, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Tropical, área de concentração em Ecologia.

Orientador: Dr. Marcelino Carneiro Guedes

Macapá, Amapá

Março, 2009

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

Paiva, Paulo Marcelo Veras de

A coleta intensiva e a agricultura itinerante são ameaças para os castanhais da reserva extrativista do Rio Cajari? / Paulo Marcelo Veras de Paiva; orientador Marcelino Carneiro Guedes. Macapá, 2009.

86 p.

Dissertação (mestrado) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.

1. Biodiversidade tropical. 2. Reserva extrativista – Rio Cajari. 3. *Bertholletia excelsa*. 4. Castanha - extrativismo. 5. Agricultura itinerante. I. Guedes, Marcelino Carneiro, orient.. II. Fundação Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD. 22.ed. 574.5

PAULO MARCELO VERAS DE PAIVA

**A COLETA INTENSIVA E A AGRICULTURA ITINERANTE SÃO AMEAÇAS
PARA OS CASTANHAIS DA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI?**

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

Examinador: Prof. Dra. Lúcia de Oliveira Wadt
Centro de Pesquisas Agrofloretais – Embrapa Acre

Examinador: Prof. Dr. Arley José Silveira da Costa
Universidade Federal do Amapá – UNIFAP/NECTAR

Examinador: Prof. Dra. Adriana Paese
Conservação Internacional do Brasil – CI Brasil

Suplente: Dr. Silas Mochiutti
Centro de Pesquisas Agrofloretais – Embrapa Amapá

Dedico à minha avó, *Aldair Silva Veras*,
quem sempre me espera voltar para casa,
com o mesmo abraço do dia em que nasci.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e aos meus pais Paulo Ferreira de Paiva e Eliane Veras de Paiva por tudo que fizeram para eu chegar até aqui;

Ao meu orientador Dr. Marcelino Guedes por disponibilizar a estrutura de pesquisa sobre sua responsabilidade. Pela confiança, amizade, paciência e dedicação;

À Danielle Lima, bela morena e companheira e todas as horas, a quem eu devo esta conquista.

À Conservação Internacional do Brasil, por dois anos de bolsa, por custear uma passagem para compor a banca examinadora e por seu apoio ao PPG em Biodiversidade Tropical;

À Embrapa Amapá, por disponibilizar suas instalações, equipamentos, veículos, além do ambiente frutífero para debates com seus pesquisadores, funcionários e colegas estagiários;

Ao IBAMA/ICMBIO, CNPT e ASTEX-Cajari pela licença para desenvolver a pesquisa na RESEX do Rio Cajari e pela oportunidade de acompanhar as atividades da força-tarefa 2008;

A CAPES por financiar parte dos materiais de campo com a verba de auxílio pesquisa SAUX;

À coordenadora, Dra. Helenilza Cunha e à secretária do programa, Rejane Peixoto;

À nossa querida “madrinha” Neura. Pense numa pessoa de bom coração;

À Dra. Lúcia Wadt por suas recomendações, bibliografias e o convite para conhecer o Acre;

Aos professores do curso: Dr. José Maria Cardoso, Dr. Sandro Menezes, Dra. Dominique Gallois, Dra. Adriana Paese, Dr. Arley Costa e Dr. Enrico Bernard, pelo que me ensinaram;

Aos professores da floresta: Srs. Cláudio, Natanael, Afonso, Tomé e Tiago e também às suas famílias por me receberem de forma tão acolhedora durante as longas, porém agradáveis estadas em suas casas, igarapés e sombras de árvores;

Aos companheiros das empreitadas, Henrique, Adjarde, Nonato, Derlon, Mike, Dácio e Olaci que dividiram enlatados e se arriscaram comigo nos castanhais, capoeiras e roças. Entre bombardeios de ouriços, cabas, combóias, lacraus, tucandeiras, tachis, cipós de fogo, capins-navalha, piuns, maruins, micuins, visagens, etc;

Aos amigos em Macapá: O jovem, por toda ajuda no campo e na cidade: “Eu não aguento mais você e as suas castanhas!”. À Clau-Clau pela generosa ajuda com o ArcGIS, cópias didáticas e de ficção científica. Ao Baiano por ter sido nosso boi de piranha na defesa de causas nobres e outras nem tanto. Ao Morceção balateiro camarada forte que deu um belo exemplo de persistência e capacidade. À Titi e ao Kiko toc-toc pelas fugas da cidade, em busca de igarapés e rios.

Obrigado!

RESUMO

O extrativismo da castanha (*Bertholletia excelsa*) é considerado uma atividade estratégica na conservação da Amazônia por conciliar o uso econômico das florestas com a manutenção da biodiversidade. Entretanto, alguns estudos apontam que a coleta intensiva de sementes pode comprometer a regeneração natural, a estrutura da população e a viabilidade do extrativismo em longo prazo. Mas, se por um lado a regeneração natural é limitada dentro dos castanhais, por outro, é muitas vezes abundante nas áreas de agricultura itinerante adjacentes. Considerando essas questões, o objetivo geral da dissertação foi avaliar a estrutura populacional e a proporção de jovens na população de castanhais silvestres com longo histórico de extrativismo e intensa pressão de coleta e verificar como a agricultura itinerante contribui para o adensamento e a expansão dos castanhais. A estrutura populacional de castanhais silvestres com longo histórico de intensa pressão de coleta foi obtida pelo inventário da população ($DAP \geq 10$ cm) em três parcelas de nove hectares, com 16 subparcelas de 625 m² para o inventário de plântulas e varetas ($DAP < 10$ cm) cada. Verificou-se que a estrutura da população apresentou indivíduos distribuídos em todas as classes de diâmetro, inclusive jovens ($10 < DAP \leq 60$) que representaram 23%, 34% e 49% da população das três parcelas. Isto, aliado à densidade média de 11 plântulas por hectare, indica que a coleta intensiva não tem comprometido a regeneração da população. As parcelas também foram utilizadas para quantificar a produção e alguns aspectos do processamento pós-colheita de frutos. A produção concentrou-se em poucos indivíduos em associação positiva com os maiores diâmetros do tronco e as melhores classes de forma e posição das copas em relação ao dossel. Verificou-se que o processo tradicional de separação de castanhas por lavagem é eficiente e que o rendimento pós-colheita é de 24,5% na conversão de frutos em castanhas, seguido de 85% na lavagem, 72,5% na desidratação das castanhas lavadas, 52,6% no descascamento das castanhas desidratadas e 50,4% na extração de óleo das amêndoas. Nas áreas de agricultura itinerante, observou-se que a espécie apresenta grande capacidade de rebrota e sobrevive aos sucessivos ciclos de corte e queima, o que resulta em um acúmulo da densidade de castanheiras proporcional ao número de ciclos de cultivo e pousio. O aumento da densidade também é influenciado pelo histórico de uso e distância das matrizes no entorno, concentrando 80% dos registros a menos de 100 m das fontes de propágulos. Os agroextrativistas podem optar por proteger áreas de capoeira enriquecidas da implantação de novos cultivos para favorecer a expansão e o adensamento dos castanhais. A proteção depende da densidade de castanheiras e da disponibilidade de outras áreas de plantio que possam substituir as capoeiras subtraídas dos ciclos de cultivo itinerante.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*; regeneração natural; estrutura populacional; capoeira; reserva extrativista, Amazônia.

ABSTRACT

Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) extraction is considered a strategic activity since it combines forests economic use along with biodiversity conservation. Nevertheless, some researches point out that intensive seeds harvesting threat natural regeneration, population structure and in the long term the extraction system itself. But, if regeneration in native Brazil nut stands is limited, it is otherwise often abundant within adjoining shifting cultivation areas. Considering both issues, the dissertation purpose was to evaluate population structure and juvenile proportion in native Brazil nut stands with long history of exploitation and intensive harvest pressure, as well to verify how the shifting cultivation contributes to the expansion and increasing density of the Brazil nut stands. The population structure of historically over harvested native Brazil nut stands were accessed by a population census (DAP \geq 10 cm) at three plots of nine hectares each, with 16 subplots of 625 m² to census seedlings and sapling (DAP<10 cm). Population structure showed individuals distributed over all diameter classes, including juveniles (10<DAP \leq 60) that represented 23%, 34% and 49% of the population on the tree plots. This, along with mean seedling density of 11 ind.ha⁻¹ indicated that intensive harvesting has not compromised population maintenance. The forest plots were also used to quantify fruit production by tree and some post-harvest processing aspects. Production was concentrated in few individuals and showed a positive relation with larger diameter and best crown form and position relative to the canopy. The traditional separation method floating empty seed by water is efficient. And the conversion performance from fruits to nuts was 24,5%, followed by 85% of washing it, 72,5% after dehydration of the washed nuts, 52,6% when unshelling the dry nuts and 50,4% when extracting its oil. On shifting cultivation sites it was observed that specie's resprouting capability enables it to survive through successive slash and burn cycles, resulting in an accumulative Brazil nut increasing proportionally with the number of cycles and fallows. Increasing density is also influenced by site use history and distance to the surrounding parent trees, as 80% of the registers were found less than 100 m from the nearest seed source. Agro-extractivists may choose to protect enriched fallow areas from further cultivation to favor expansion and increasing density of the Brazil nut stands. The protection depends on the density of the naturally established Brazil nuts and the availability of other crop sites that could replace those fallows removed from the shifting cultivation cycle.

Key words: *Bertholletia excelsa*; natural regeneration; population structure; fallow; extractive reserve, Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da RESEX Cajari na região sul do estado do Amapá.	6
Figura 2 - Localização das parcelas em relação à rodovia e casas de seus respectivos extrativistas.....	12
Figura 3 – Classificação das formas e posições das copas de castanheiras em relação ao dossel (Fonte: SYNNOTT, 1979, adaptado por SERRANO, 2005).	13
Figura 4 – Distribuição espacial das castanheiras com $DAP \geq 10$ cm nas parcelas de 9 ha. Círculos preenchidos representam castanheiras com $DAP \geq 50$ cm e abertos castanheiras com $10 \leq DAP < 50$ cm.	20
Figura 5 – Relação hipsométrica para as 183 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) avaliadas em 27 ha de castanhais silvestres. A linha representa o ajuste à regressão logarítmica.	21
Figura 6 – Distribuição das castanheiras por classe de tamanho (a) na população de três castanhais e (b) na média dos três castanhais da RESEX Cajari. Plântulas (<1,5 m) e varetas ($\geq 1,5$ m) medidas em altura; $10 \leq \text{Jovens} < 50 \leq \text{Adultos I} < 100 \leq \text{Adultos II} < 150 < \text{Adultos III}$, medidas em diâmetro (cm).	22
Figura 7 – Distribuição de castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) por classe 20 cm de diâmetro para a média da população de três castanhais com longo histórico de coleta intensiva na RESEX Cajari.	22
Figura 8 – Resultado da análise de correspondência multivariada entre os atributos individuais e a produção por castanheira. As convenções representam as classes de produção ($\text{Prd}0=0 < \text{Prd}1 \leq 277 < \text{Prd}2 \leq 555 < \text{Prd}3 \leq 833 < \text{Prd}4 \leq 1111$), o diâmetro em cm ($10 \leq DAP1 < 50 \leq DAP2 < 100 \leq DAP3 < 150 \leq DAP4$); presença (Cp1) ou ausência (Cp0) de cipós e a forma (F1 a F4+F5) e posição (P1 a P4) das copas, classificadas com base no índice de Dawkins modificado (SYNNOTT, 1979).	23
Figura 9 – Histograma do número de castanheiras por classes de produção de frutos.	24
Figura 10 – Produção de frutos em função do diâmetro das castanheiras.	25
Figura 11 – Representatividade da amostra de dez frutos por castanheira pela regressão linear entre o peso total de frutos obtido em campo e o peso total estimado com base na amostra.	26
Figura 12 – Alterações na cobertura florestal da paisagem da área de estudo que abrange duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari. Imagens Landsat5 TM RGB 543, UTM 22S, de 1985, 1996, 2003 e 2008. A rodovia BR-156 que corta a área de estudo é visível a partir da imagem de 1996. Como eixo de agregação, as margens da rodovia têm sofrido as maiores transformações, especialmente pela migração interna dos agroextrativistas previamente dispersos em suas colocações.	38
Figura 13 – Desenho ilustrando a sequência típica de corte e rebrote observada nas regenerações de castanheiras estabelecidas naturalmente em áreas de cultivo itinerante.	44
Figura 14 – Experimento de dispersão realizado fora da região de ocorrência natural da castanheira no município de Mazagão, Amapá. A representação parcial indica a localização do ponto de origem, a disposição das seis matrizes agrupadas e a projeção aproximada de suas copas. A faixa retangular corresponde à área amostrada em transectos e os círculos concêntricos, os limites de cada classe de distância no inventário em área total.	47
Figura 15 – Representação do método para a determinação da distância das matrizes (círculos abertos) para (a) as regenerações individuais (círculos preenchidos) e (b) polígonos das áreas, por meio de cálculos vetoriais. <i>Pixels</i> com o mesmo tom de cinza representam o mesmo valor de distância para a matriz mais próxima, a média dos valores representa o potencial do polígono em receber propágulos.	51
Figura 16 – Desenho ilustrando a classificação das regenerações naturais de castanheira quanto a sua localização dentro ou no perímetro das áreas de roça ou pastagem. Os círculos	

representam as regenerações e a área hachurada o <i>buffer</i> de 5 m para dentro dos limites do perímetro.....	52
Figura 17 – Análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis associadas com a densidade de regenerações de castanheira em 40 áreas agrícolas com diferentes históricos e intensidades de uso, distâncias para castanheiras matrizes, tipos de vegetação no entorno e números de anos desde a última intervenção de cultivo, nas imediações de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, AP.	55
Figura 18 – Valores médios da densidade de regenerações de castanheira em função do histórico de uso, em áreas agrícolas de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, Amapá. * Uso misto se refere aos pastos implantados após uso da área por roça.	56
Figura 19 – Valores médios da densidade de regenerações de castanheira em função do número de ciclos de pousio em áreas de agrícolas de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari.....	56
Figura 20 – Gráfico da frequência de regenerações de castanheira por classes de distância para a castanheira adulta e produtiva mais próxima, em capoeiras, pastos e roças de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, Amapá.....	57
Figura 21 – Gráfico da frequência e densidade de regenerações de castanheira por classe de distância para o centro de um agrupamento de seis castanheiras matrizes plantadas em área de capoeira fora da região de ocorrência natural da espécie, no município de Mazagão, Amapá.	58
Figura 22 – Decisão dos agroextrativistas em proteger ou não áreas de capoeira da implantação de novos cultivos com relação à densidade de regenerações de castanheira.	59
Figura 23 – Análise dos componentes principais (PCA) entre as variáveis quantitativas e qualitativas associadas a cada regeneração de castanheira (n=375) amostradas em 40 áreas com diferentes históricos de uso agrícola em duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, AP.	60
Figura 24 – Diferença na altura e no diâmetro médio entre as regenerações de castanheiras situadas dentro e no perímetro das áreas agrícolas.....	60
Figura 25 – Diagrama simplificado dos principais processos de transformação da paisagem no mosaico de usos no entorno de duas comunidades agroextrativistas em uma região de castanhais da RESEX Cajari.	61
Figura 26 – Diferença no número de brotos registrados por regeneração de castanheira nas áreas agrícolas de acordo com: a) número mínimo de vezes que a cada regeneração foi cortada e rebrotou e b) uso atual da área agrícola: pastos e cultivos ativos e capoeiras com mais de 10 anos em pousio.	61

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO DA LITERATURA	2
1 A CASTANHEIRA.....	2
2 A RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI.....	5
CAPÍTULO 1: ESTRUTURA POPULACIONAL E FATORES ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DE FRUTOS EM CASTANHAIS DE COLETA INTENSIVA NA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI.....	9
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	10
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Área de estudo	11
3.2 Coleta dos dados	11
3.3 Análise dos dados	17
4 RESULTADOS	20
4.1 Estrutura populacional	20
4.2 Fatores associados à produção	23
4.3 Índices de processamento.....	25
5 DISCUSSÃO	27
5.1 Estrutura populacional	27
5.2 Fatores associados à produção	29
5.3 Índices de processamento.....	31
6 CONCLUSÕES	32
CAPÍTULO 2: A AGRICULTURA ITINERANTE COMO MEIO DE EXPANSÃO E ADENSAMENTO DOS CASTANHAIS.....	33
1 INTRODUÇÃO	33
1.1 A regeneração natural de castanheiras nos cultivos itinerantes.....	33
1.2 A importância da agricultura itinerante para as comunidades extrativistas	35
2 OBJETIVOS	40
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.1 Área de estudo	41
3.2 Coleta dos dados	42
3.3 Análise dos dados	48
4 RESULTADOS	54
4.1 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras	55
4.2 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras	56
4.3 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras.....	57
4.4 A opção de proteger as regenerações de castanheiras.....	59
5 DISCUSSÃO	62
5.1 A contribuição das rebrotas para a densidade de castanheiras	62
5.2 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras.....	63
5.3 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras	65
5.4 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras.....	67
5.5 A opção de proteger as regenerações de castanheiras	69
5.6 Uma agricultura em favor do extrativismo de castanha	71
6 CONCLUSÕES	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICES.....	87
APÊNDICE I – REPRESENTAÇÃO DAS PARCELAS PERMANENTES	87
APÊNDICE II – FOTOGRAFIAS DE ALGUNS DOS ASPECTOS ABORDADOS	90
APÊNDICE III – CONFIRMAÇÃO DO HISTÓRICO DE USO DAS ÁREAS AGRÍCOLAS POR IMAGENS LANDSAT	92
APÊNDICE IV – FICHA DE ENTREVISTA E COLETA DE DADOS DE CAMPO.....	95

INTRODUÇÃO GERAL

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpland, 1808) é reconhecida como um dos produtos florestais não-madeireiros mais bem sucedidos, sendo considerado um recurso símbolo do desenvolvimento sustentável e estratégico para a conservação da Amazônia (CLAY, 1997).

Devido a sua importância econômica, já foi objeto de estudo em mais de 300 publicações (BAIDER, 2000). No entanto, na maioria destas publicações os autores abordaram aspectos sociais e econômicos do extrativismo, e só alguns entraram efetivamente nos castanhais. Apesar de toda literatura disponível, pouco se sabe sobre a distribuição da espécie, sua reprodução e os fatores que determinam a produção (CLAY, 1997; TICKTIN, 2004).

De maneira geral, esta dissertação atende à demanda por pesquisas ecológicas básicas sobre a utilização dos recursos florestais não-madeireiros na Amazônia. E, de forma específica, procura contribuir para o conhecimento das ameaças e oportunidades do extrativismo de castanha em regiões de longo histórico de intensa pressão de coleta, fragmentação e uso múltiplo da paisagem.

A área de estudo compreende duas comunidades agroextrativistas em região de extensos castanhais na Reserva Extrativista do Rio Cajari (RESEX Cajari), Amapá. A coleta de dados foi realizada entre novembro de 2006 e setembro de 2008, contou com o apoio da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá, e recursos da rede de pesquisa em produtos florestais não-madeireiros na Amazônia – Projeto Kamukaia.

Para facilitar a exposição e a discussão dos resultados, a dissertação foi organizada em dois capítulos, apresentados após uma revisão geral da literatura sobre a espécie em estudo e sobre aspectos gerais da RESEX Cajari.

Os capítulos foram divididos de acordo com os dois principais cenários do agroextrativismo de castanha: os castanhais silvestres e as áreas adjacentes de agricultura itinerante. O capítulo 1 trata da estrutura populacional e fatores associados à produção em castanhais com longo histórico de uso e intensa pressão de coleta. Apresenta também alguns índices do processamento da produção. O capítulo 2 trata da interação entre a agricultura itinerante e o extrativismo de castanha, com foco na regeneração natural de castanheiras estabelecidas no mosaico de uso múltiplo da paisagem agrícola de duas comunidades da RESEX Cajari.

REVISÃO DA LITERATURA

1 A Castanheira

A castanheira-do-pará, castanheira-do-brasil, castanheira-da-amazônia, ou simplesmente a castanheira (*Bertholletia excelsa*, Bonpl.) é uma espécie arbórea pertencente à classe Magnoliopsida, subclasse Dilleneida, ordem Lecythidales, família Lecythidaceae, e a única representante em seu gênero (MORI *et al.*, 2007). Sua descrição botânica foi feita por Bonpland (1808), que nomeou o gênero em homenagem ao químico francês Claude Louis Berthollet, em referência à sua estatura científica (MORI e PRANCE, 1990). A espécie aparece descrita pela primeira vez em seu livro de viagens editado juntamente com Humbolt, que talvez por isso, seja incorretamente citado como seu codescritor (MORI, 2008).

A castanheira ocorre nas matas de terra firme da bacia amazônica e das Guianas, geralmente em agrupamentos, conhecidos como castanhais. Fora da região de ocorrência natural é cultivada em jardins botânicos e plantações experimentais em países de clima tropical da América Central, África e Ásia (BAIDER, 2000). Apesar da existência de plantios, a produção comercial depende exclusivamente de florestas naturais (MORI, 1992; ORTIZ, 1995).

Há registros de castanheiras com troncos com mais de cinco metros de diâmetro (SALOMÃO, 1991), e as estimativas baseadas na taxa anual de incremento diamétrico ou por datação com rádio-carbono supõem que alguns indivíduos podem ultrapassar mil anos de idade (CAMARGO *et al.*, 1994; SALOMÃO, 1991). A maior estimativa relatada é de 1.600 anos para um indivíduo com mais de 16 metros de circunferência (CLAY, 1997).

As castanheiras adultas chegam a medir 50 m de altura para emergir do dossel da floresta. O tronco é reto, indiviso, sem raízes tabulares e com profundas fissuras longitudinais na casca. As folhas são simples, alternadas, oblongas, coriáceas, glabras em ambas as superfícies, longitudinalmente estriadas, de bordos crenulados e pecíolos ligeiramente alados (MORI e PRANCE, 1990). A espécie é predominantemente alógama (MORI e PRANCE, 1987a) e, na Amazônia oriental, o pico de floração coincide com os meses mais secos do ano (MAUÉS, 2002). As flores são grandes, aromáticas, com síndrome de polinização melípona, e recompensam com néctar e pólen as abelhas de tamanho e força física compatível com a seleção imposta pelas peças florais (MAUÉS, 2002).

O longo período necessário para a maturação dos frutos, em média de 14 (MAUÉS, 2002) ou 15 meses (MORITZ, 1984) é citado por alguns autores como responsável pela variação na produção de frutos de um mesmo indivíduo entre anos consecutivos, devido à competição pela drenagem de nutrientes (HARPER e WHITE, 1974; MORI e PRANCE, 1987b; ZUIDEMA e BOOT, 2002). O fruto, popularmente chamado de ouriço, é uma cápsula aproximadamente esférica, com tamanho que varia de 10 a 16 cm de diâmetro, e que pode conter de 10 a 25 sementes (PRANCE e MORI, 1978). O pericarpo lenhoso é muito duro e não se rompe com o impacto da queda, que ocorre após a maturação, durante a estação chuvosa (MAUÉS, 2002). Assim como muitas lecitidáceas, o fruto da castanheira possui opérculo que se desprende com a maturidade do fruto. No entanto, este é considerado funcionalmente indeiscente, já que o diâmetro da abertura do opérculo nunca é suficiente para a passagem das sementes (MORI e PRANCE, 1990).

As sementes possuem uma testa dura e angulosa envolvendo a amêndoa que consiste basicamente do hipocótilo sem cotilédones diferenciados (CAMARGO *et al.*, 2000; MAUÉS, 2002; PRANCE, MORI, 1978). Apresentam dormência e, nas condições naturais, demoram de 12 a 18 meses para germinar (KAINER *et al.*, 1999). O longo período de dormência não é suficiente para a desintegração do pericarpo do fruto lenhoso, mesmo nas condições de umidade e temperatura do solo da floresta (ZUIDEMA e BOOT, 2002). As sementes que permanecem confinadas no interior do fruto acabam perdendo a capacidade germinativa ou são atacadas por invertebrados (BAIDER, 2000) e fungos (SPENCER, 1921) com 100% de mortalidade (PERES *et al.*, 1997). Há relatos de plântulas que conseguem emergir diretamente através da estreita abertura do opérculo, após a germinação da semente ainda no interior do fruto intacto. No entanto, este fenômeno é raro e a plântula geralmente morre, de forma que não pode ser considerado como uma estratégia de dispersão da espécie (BAIDER, 2000).

Poucos animais são capazes de romper a barreira física do fruto para acessar as sementes. As araras (*Ara* sp.) são grandes o bastante para agarrar o fruto enquanto dilaceram a casca com seus bicos robustos. São predadoras importantes, chegando a consumir 10% da safra antes da maturação e queda dos frutos (TRIVEDI *et al.*, 2004). Pica-paus (*Campephilu rubricollis*), esquilos (*Sciurus* sp.), macacos-pregos (*Cebus apella*) e alguns pequenos roedores também são capazes de perfurar os frutos e obter as castanhas (BAIDER, 2000; ORTIZ, 1995). Mas estes atuam principalmente como predadores e não como dispersores de sementes. Para a dispersão, a castanheira depende quase exclusivamente da atividade das cotias (*Dasyprocta* sp.) (ORTIZ, 1995; PERES, BAIDER, 1997).

As cotias são roedores com ampla distribuição neotropical, que vai do sul do México até o norte da Argentina (EMMONS e FEER, 1999). Estes mamíferos da ordem *Rodentia* possuem pares de dentes incisivos centrais curvados, longos, com extremidade em forma de bisel e histologia adaptada à abrasão de superfícies duras (BRAZ *et al.*, 2006). Com eles, as cotias são capazes de perfurar a espessa parede lignificada dos frutos para obter as sementes. Uma parte é consumida e o restante pode ser transportado e enterrado, como uma estratégia de reserva (JORGE e PERES, 2005). Fortuitamente, nem todas as sementes enterradas são re-encontradas, e assim as cotias contribuem para a propagação da castanheira (BAIDER, 2000).

A germinação das sementes não é limitada pela disponibilidade de luz, mas a passagem do estágio de plântula para as próximas classes de tamanho depende de clareiras grandes (>95 m²) na floresta (MYERS *et al.*, 2000). As plântulas apresentam crescimento máximo à plena luz, e em condições de sombreamento podem retardar seu crescimento à espera de luminosidade adequada (ZUIDEMA *et al.*, 1999). Mori e Prance (1990) descrevem a castanheira como uma espécie heliófita dependente de clareiras, cuja regeneração é vinculada aos distúrbios no dossel. Essa classificação é apoiada por uma série de inventários recentes que observaram maior abundância de plântulas de castanheira em áreas agrícolas e florestas perturbadas que dentro dos próprios castanhais (BOOT e GULLISON, 1995).

Apesar de sua ocorrência em grande parte do bioma Amazônico, populações inteiras já foram destruídas devido ao avanço das fronteiras agrícolas (HOMMA *et al.*, 2000). A preocupação em deter a destruição deste recurso natural de importância capital, tanto para as populações humanas (CUNHA, 1993) quanto para a proteção da biodiversidade associada (CLAY, 1997), resultou na proteção legal da espécie desde 1987 (BRASIL, 1987). O corte e a comercialização da madeira são proibidos (BRASIL, 1994) e a castanheira foi incluída e permanece na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçada de extinção (BRASIL, 1992; 2008) e na lista da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN).

O interesse das populações extrativistas em proteger este e outros recursos que são a base de sua economia, aliado à urgência técnica e política em estabelecer modelos de desenvolvimento regional que não representem destruição da floresta amazônica, convergiu para a criação de uma nova categoria de unidade de conservação denominada de reservas extrativistas (ALLEGRETTI, 1992).

2 A Reserva Extrativista do Rio Cajari

Habitada originalmente por índios Waiano e Apalai, a região atraiu migrantes, sobretudo nordestinos, para trabalharem na extração da borracha (*Hevea brasiliensis*). Com o declínio da atividade, muitos destes migrantes continuaram na floresta, em especial no sul do Amapá, passando a tirar seu sustento dos castanhais (PINTO, 1968 *apud* FILOCREÃO 2002).

A grilagem das terras da região foi inaugurada pelo coronel José Júlio de Andrade, seringalista que durante seus mandatos de deputado e senador acumulou em manobras cartoriais a extensão de 4.356.000 hectares. A Fazenda Saracura, como foi registrada, abrangia terras no estado do Pará e no que viria a ser o estado do Amapá (PINTO, 2005). O coronel mantinha o controle sobre os extrativistas da região por meio de um sistema de servidão por dívida, garantido por sua milícia (LIMA, sem data).

Em 1948 a fazenda Saracura foi adquirida por um grupo de comerciantes portugueses. Estes tinham interesse em desenvolver a agricultura e devolveram parte da autonomia dos extrativistas, com os quais estabeleceram relações de troca. Em 1967, o empresário norte-americano Daniel Ludwig comprou toda a área e instalou seu ambicioso projeto Jari. O projeto consistia de um consórcio de atividades industriais, silviculturais, agropecuárias e de mineração (LINS, 1991).

Para controlar tamanha extensão de terras, a empresa Jari criou sua própria segurança armada, que passou a perseguir a população local no exercício das atividades extrativistas dentro de seus domínios. O funcionamento do Projeto Jari causou o abandono ou a desarticulação do extrativismo tradicional e profundas transformações ambientais e sociais em uma região até então voltada à extração de produtos florestais não-madeireiros. (PICANÇO, 2005).

Em 1981, a empresa de Ludwig passou para o controle de um grupo de empresários brasileiros. Estes ampliaram a produção de minérios e os plantios de pinheiros e eucaliptos para a indústria de celulose (PORTO, 2006). O grupo procurou legitimar a situação fundiária de suas terras, até então baseada em títulos de posse. Em decisão polêmica, o Tribunal de Justiça do Estado do Pará reconheceu a solicitação da empresa e declarou-a como "proprietária legítima da Fazenda Saracura" (PINTO, 2005).

Mesmo sem ter sido capaz de legitimar a propriedade para a região do Cajari, a empresa emitia autorizações escritas, outorgando concessões de uso dos castanhais aos extrativistas. O documento ressaltava que não receberiam indenizações por benfeitorias

construídas, caso a empresa viesse a precisar da área. Apesar de não ter valor jurídico, foi o bastante para criar um efeito psicológico da suposta propriedade da empresa (FILOCREÃO, 2002).

Enquanto o controle da região passava de um patrão a outro, os extrativistas se politizavam, organizavam associações e também conquistavam direitos. Em 1985, a associação dos extrativistas juntamente com o Conselho Nacional dos Seringueiros e o Sindicato de Trabalhadores Rurais de Macapá propuseram a criação de áreas exclusivas para as atividades extrativistas, na forma de projetos de assentamentos agroextrativistas (PAE). A demanda recebeu apoio das instituições federais responsáveis pelas políticas agrárias (INCRA) e ambientais (IBAMA), e culminou com a criação de três PAEs no ano de 1989 e da Reserva Extrativista do Rio Cajari (RESEX Cajari) no ano de 1990 (IBAMA/SEMA-AP, 2004).

A RESEX Cajari localiza-se na região sul do estado do Amapá (Figura 1). Foi instituída por decreto do governo federal no ano de 1990 (BRASIL, 1990), com uma extensão de 481.650 ha que abrange três municípios, Mazagão, Laranjal do Jari e Vitória do Jari. No ano de 1997 o decreto federal de 30 de setembro redefiniu os limites da parte oeste da reserva, aumentando sua área para 501.711 ha (BRASIL, 1997).

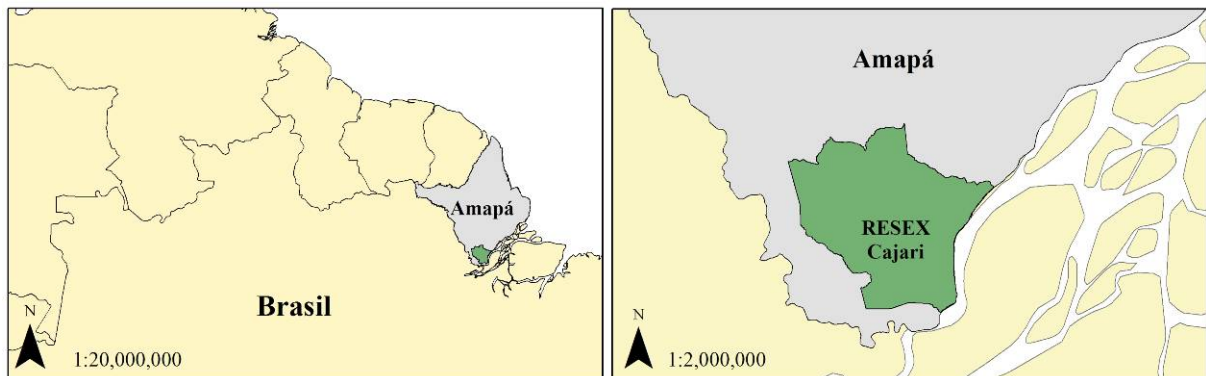


Figura 1 – Mapa de localização da RESEX Cajari na região sul do estado do Amapá.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger (PEEL *et al.*, 2007), situa-se na transição do clima tropical de savana (Aw) para tropical de monção (Am). A temperatura média anual é acima de 25°C, com mínima de 18°C e máxima de 31,5°C. A precipitação anual situa-se entre 2.000 e 3.250 mm, concentrada nos meses de dezembro a junho (RADAMBRASIL, 1974).

A base geológica dos solos da reserva divide-se entre a formação Curuá, Trombetas, Barreiras e aluviões do Quaternário (IBAMA/SEMA-AP, 2004). Abrange 16 domínios

geomorfológicos entre formações de acumulação, erosivas e de dissecação que originam diversos tipos de solo (RADAMBRASIL, 1974).

A extensa área da reserva pode ser dividida em três macrorregiões que coincidem aproximadamente com a cota topográfica e seus domínios florestais. O baixo Cajari recebe influência do estuário amazônico, é coberto por floresta densa aluvial (várzeas) e formações pioneiras com influência aluvial ou lacustre (campos inundáveis). O médio Cajari é representado pelas áreas de contato florístico, com predomínio de floresta ombrófila densa das terras baixas, floresta ombrófila aluvial e savana parque sem floresta de galeria (campos naturais). No alto Cajari predominam a floresta ombrófila densa submontana, a floresta ombrófila densa aberta e, na região noroeste, uma extensão de savana gramino-lenhosa ou florestada (cerrados) (IBGE, 2004).

Como unidade de conservação, a RESEX Cajari se enquadra na categoria de uso sustentável. Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), esta categoria é definida como “área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte”. O objetivo da reserva é proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, bem como assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade de conservação (BRASIL, 2000).

O estabelecimento das normas do plano de utilização foi um processo participativo, construído de um lado com base no conhecimento tradicional e nas expectativas dos moradores, e de outro no conhecimento técnico e nas expectativas dos conservacionistas e gestores ambientais. A RESEX Cajari é gerida por um Conselho Deliberativo, presidido pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO e constituído por representantes de órgãos públicos, organizações da sociedade civil e das populações tradicionais residentes (BRASIL, 2000).

Como área federal, as terras da RESEX Cajari são propriedades da União. Os moradores têm o direito de uso assegurado por concessões, contanto que respeitem as leis ambientais e as diretrizes acordadas no plano de utilização da reserva (IBAMA, 1990).

O extrativismo vegetal é representado por diferentes espécies, conforme a macrorregião da reserva. Nas terras firmes do alto Cajari extrai-se principalmente a castanha, o cipó-titica (*Heteropsis flexuosa*) e a andiroba (*Carapa guianensis*). Nas várzeas do baixo Cajari extrai-se a andiroba, o palmito e os frutos do açaí (*Euterpe oleracea*). Os tipos de culturas plantadas pelo número total de agricultores são: mandioca e a macaxeira (72%),

banana (64%), laranja e limão (58%), abacaxi (57%), cará (53%), batata-doce (52%), milho (51%), cupuaçu (49%) e arroz (22%) (MMA, 2008).

Segundo o plano de utilização, a agricultura e a pecuária no interior da Reserva são consideradas atividades complementares ao extrativismo, com a finalidade de produzir alimentos para o sustento e sobrevivência das famílias. Os moradores podem utilizar áreas de floresta para implantar roçados, dentro do limite máximo de 15 ha por família, incluindo capoeiras, pastos, plantios e quintais, inclusive áreas abandonadas a menos de cinco anos (IBAMA, 1990).

Os castanhais, colocações ou pontas de castanha são áreas de floresta com alta concentração de castanheiras produtivas com direito de uso privado e hereditário. Os limites das colocações são definidos por acidentes geográficos como vertentes, vales e igarapés, outras formações vegetais, ou espaços de floresta em que não existem castanheiras (FILOCREÃO, 2002).

A divisão dos castanhais por herança tende a diminuir o tamanho das colocações. O filho que não tem suas necessidades atendidas com a parte do castanhal que recebeu do pai emprega sua mão-de-obra e aplica a renda na ampliação dos roçados que se tornam cada vez mais importantes para as famílias residentes. E, “não será de todo estranho se, caso outro fato não se configure, um maior número de famílias possam vir a não mais ter condições de continuarem obedecendo ao que preceitua o plano de uso da RESEX/CA.” (SOUSA, 2006).

Em um estudo realizado em uma comunidade indígena no médio Solimões, Pereira e Lescure (1994) compararam a viabilidade econômica do extrativismo de castanha contra a renda da agricultura familiar e observaram uma tendência à valorização e especialização na produção comercial, “traduzidas pela reduzida biodiversidade das roças e pela redução do período de pousio¹, como adequação do sistema tradicional e indígena à economia de Mercado”.

Para Pereira (2000), se estudos futuros não elucidarem as condições de manejo sob as quais os castanhais possam rejuvenescer, o simples estabelecimento de áreas protegidas, como as reservas extrativistas, não irá assegurar a sobrevivência dos castanhais, e um declínio de produtividade em longo prazo não poderá ser evitado.

¹ Intervalo em que a área agrícola permanece sem ser cultivada para restaurar a fertilidade natural e diminuir a infestação de plantas que competem com os plantios.

CAPÍTULO 1: ESTRUTURA POPULACIONAL E FATORES ASSOCIADOS À PRODUÇÃO DE FRUTOS EM CASTANHAIS DE COLETA INTENSIVA NA RESERVA EXTRATIVISTA DO RIO CAJARI

1 INTRODUÇÃO

O extrativismo de castanha é uma atividade que depende dos castanhais silvestres. Segundo Mori (1992) até o início da década de noventa não havia exemplos de plantios comerciais economicamente bem sucedidos. Devido a sua importância econômica, social e ecológica, os extensos castanhais da região sul do estado do Amapá foram em parte justificativos para a criação de duas unidades de conservação de uso sustentável, a Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru e a Reserva Extrativista do Rio Cajari – RESEX Cajari. Em ambas as unidades de conservação os órgãos gestores e suas instituições parceiras atualmente trabalham para a consolidação do plano de manejo.

No entanto, ainda existem diversas lacunas no conhecimento sobre a sustentabilidade do extrativismo de produtos florestais não-madeireiros, tanto em termos ecológicos quanto produtivos (BOOT e GULLISON, 1995; TICKTIN, 2004). A principal controvérsia sobre o extrativismo de castanha é se a coleta, representada pela contínua e sistemática retirada de sementes interfere no recrutamento de plântulas e, conseqüentemente, na estrutura populacional dos castanhais, a ponto de comprometer a viabilidade ecológico-econômica do recurso.

A questão da sustentabilidade ecológica do extrativismo de castanha é um tema já bastante discutido, mas ainda controverso. Há tanto pesquisas que alertam que a retirada de sementes, pela coleta intensiva compromete a sustentabilidade do recurso (BAIDER, 2000; PERES *et al.*, 2003), quanto pesquisas em castanhais com longo histórico de exploração que concluíram que o extrativismo, a princípio, não afeta o recrutamento de plântulas ou sua estrutura populacional (SERRANO, 2005; WADT *et al.*, 2008). Outros autores consideram o extrativismo de castanha como uma atividade de baixo impacto e, como tal, viável por no mínimo várias décadas (HOMMA *et al.*, 2000; WADT *et al.*, 2005; ZUIDEMA, BOOT, 2002).

Os autores que classificam a coleta intensiva como ecologicamente insustentável, referem-se ao impacto causado pelo grande número de sementes extraídas. Desta forma, a coleta anual afetaria a estratégia de dispersão da espécie por reduzir a disponibilidade de

propágulos (PERES *et al.*, 2003) e também por alterar a relação entre sementes predadas e dispersas, já que é praticamente certo que os frutos não coletados estarão sujeitos a um maior nível de predação (PETERS, 1996). Com menor disponibilidade de sementes, as cotias tendem a consumir mais e dispersar menos (FORGET, 1997), o que resulta em uma taxa de recrutamento de plântulas ainda menor. Além disso, a escassez de alimento pode resultar na predação de sementes já dispersas. As cotias são capazes de encontrar e consumir sementes previamente enterradas por outros indivíduos (PERES *et al.*, 1997), e até mesmo desenterrar o hipocótilo de plântulas já estabelecidas para se alimentarem de sua reserva nutritiva (HENRY, 1999) que, no caso da castanheira, demora mais de um ano para ser completamente absorvida (CORNEJO, 2003).

Na região do alto Cajari o extrativismo de castanha é uma atividade comercial de longa data, contemporânea aos fluxos migratórios do ciclo da borracha. O declínio da extração do látex contribuiu para aumentar a pressão sobre o recurso que, desde então, tem sido a principal fonte de renda das famílias que permaneceram na região (FILOCREÃO, 2002).

2 OBJETIVOS

Com base na hipótese de que o longo histórico de coleta intensiva acaba por comprometer a regeneração natural, o objetivo principal foi avaliar a estrutura populacional e a proporção de jovens na população de castanhais com longo histórico de extrativismo e intensa pressão de coleta na RESEX Cajari.

Como objetivo secundário, buscou-se contribuir para o maior conhecimento acerca dos aspectos produtivos e do processamento pós-colheita da castanha, tendo como metas (1) Quantificar a produção de frutos individualmente por castanheira e iniciar o monitoramento de longo prazo da produção nas parcelas permanentes; (2) Avaliar a associação entre a produção de frutos com os atributos individuais das castanheiras: diâmetro, presença de cipós competidores, forma e posição da copa em relação ao dossel da floresta; (3) Determinar índices técnicos do processamento pós-colheita: rendimento das etapas de separação das castanhas por lavagem, desidratação em estufa, descascamento e extração física do óleo das amêndoas por prensagem mecânica.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo está inserida em uma região de extensos castanhais localizados no alto Cajari, nas colocações exploradas por moradores das vilas do Marinho e Martins. O extrativismo é a principal atividade econômica da região e se confunde com o próprio histórico e identidade atual destas comunidades.

A cobertura vegetal na área de estudo representa a transição entre a floresta ombrófila densa e a floresta ombrófila densa das terras baixas, onde ocorre também uma extensa mancha de floresta ombrófila aberta. O relevo é forte ondulado e os principais solos foram classificados como Podzólico Vermelho-amarelo, Latossolo Vermelho-amarelo distrófico de textura argilosa e Latossolo Amarelo distrófico de textura média (RADAMBRASIL, 1974).

Os castanhais amostrados podem ser considerados locais de máxima intensidade de coleta. Todos eles localizados a menos de uma hora de caminhada das comunidades extrativistas que contam com permanente acesso rodoviário (BR-156) às principais indústrias de processamento, portos fluviais e à capital do estado. Castanhais com estas características raramente deixam de ser explorados, mesmo nos anos em que o preço da castanha desestimula a exploração nos locais mais distantes e de difícil acesso.

3.2 Coleta dos dados

Parte deste estudo segue uma metodologia de coleta de dados padronizada para as atividades da rede de pesquisas em produtos florestais não-madeireiros (PFNMs) na Amazônia – projeto Kamukaia. O projeto Kamukaia (WADT, 2004), desenvolvido pelas Unidades da Embrapa da região Norte e outras instituições parceiras atuantes na Amazônia, visa a promover o intercâmbio entre essas instituições para estudar aspectos ecológicos, produtivos e tecnológicos para o manejo sustentável dos PFMNs. A padronização na metodologia das atividades vinculadas à rede é uma forma de garantir a comparação e a integração direta dos dados e resultados obtidos nas diferentes regiões da Amazônia onde o projeto está sendo desenvolvido.

Foram implantadas três parcelas permanentes, denominadas parcela I, II e III. A parcela I foi instalada na comunidade do Martins, a 1,8 km de distância da residência do extrativista que explora a colocação. As parcelas II e III foram instaladas na comunidade do Marinho, à distância de 1,7 km e 0,5 km das residências dos seus respectivos usuários (Figura 2). As parcelas são quadrados de nove hectares (300 m x 300 m) divididos em transectos paralelos e equidistantes em 50 m. Os transectos foram marcados com balizas a cada intervalo de 25 m para auxiliar na localização e no mapeamento dos indivíduos (ver Apêndice I para a estrutura detalhada das parcelas).

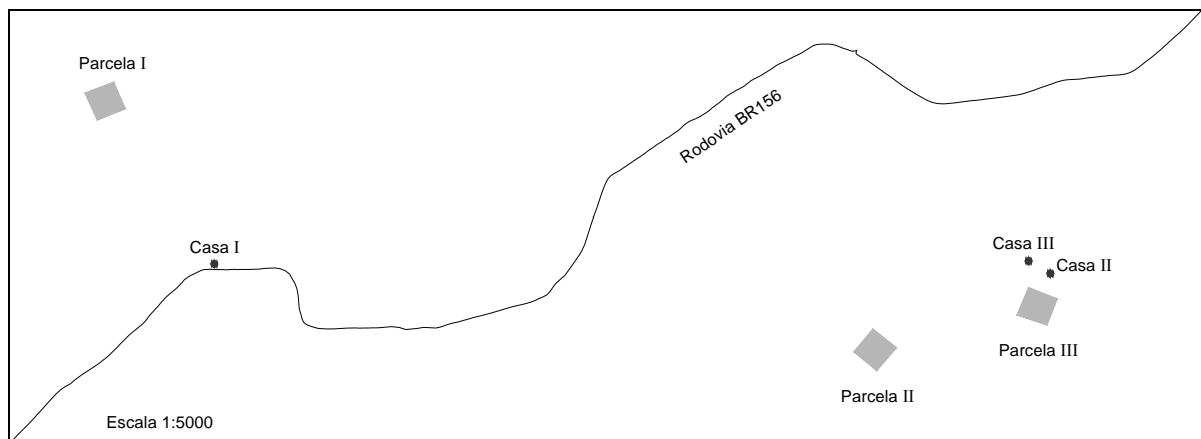


Figura 2 - Localização das parcelas em relação à rodovia e casas de seus respectivos extrativistas

3.2.1 Estrutura populacional

Nas três parcelas, foram localizadas todas as castanheiras com diâmetro à altura do peito, medido a 1,3 m do solo, maior ou igual a 10 cm ($DAP \geq 10$ cm). A posição dos indivíduos dentro da parcela foi registrada em coordenadas cartesianas medidas com trena inelástica de 50 m, utilizando os transectos e balizas como referência. Devido à relativa precisão do mapeamento, estima-se um erro máximo de 5 m na localização das castanheiras. O DAP foi medido com trena ou fita métrica. Com trena eletrônica (modelo Disto - *Leica Geosystems*) mediu-se a altura da primeira inserção de galho e, sempre que possível, a altura total. Quando não foi possível medir a altura total, estimou-se com base na leitura mais próxima. As castanheiras foram identificadas com etiquetas plásticas numeradas dispostas de forma visível no tronco.

Para caracterizar o regime de incidência de luz, a posição das copas em relação ao dossel da floresta foi dividida em categorias conforme Synnott (1979), sendo: (P1) posição dominante – com luz direta, de cima e dos lados; (P2) posição codominante - luz só de cima;

(P3) posição intermediária - alguma luz de cima e dos lados; (P4) posição suprimida - sem luz direta. A forma das copas também foi caracterizada com base no mesmo índice, sendo: (F1) forma da copa perfeita – círculo completo; (F2) forma boa – círculo irregular; (F3) forma tolerável – meia copa; (F4) forma pobre – menos de meia copa; (F5) forma muito pobre – um ou poucos galhos. Esta classificação tem sido regularmente utilizada em estudos que avaliam a estrutura populacional de castanhais nativos (KAINER *et al.*, 2006; SERRANO, 2005; WADT *et al.*, 2005; ZUIDEMA, BOOT, 2002) (Figura 3).

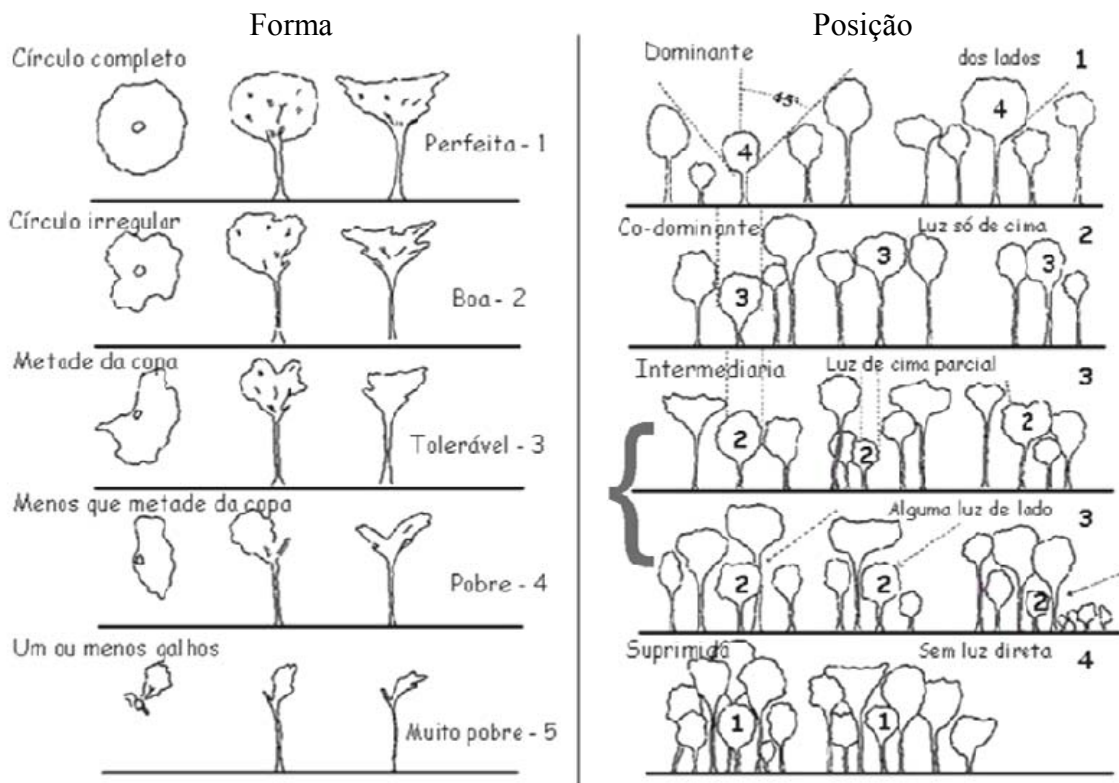


Figura 3 – Classificação das formas e posições das copas de castanheiras em relação ao dossel (Fonte: SYNNOTT, 1979, adaptado por SERRANO, 2005).

Outra variável avaliada neste estudo foi a infestação por cipós competidores, simplificada para o critério de presença ou ausência. Segundo Baidier (2000), que também estudou castanhais do alto Cajari, região do Centro Novo, o corte de cipós é uma recomendação das cooperativas e órgãos de extensão que vem sendo aplicada. A prática de corte também foi verificada nas áreas deste estudo. Na parcela III, por exemplo, todas as castanheiras ($n=55$) estavam livres de infestação por cipós competidores e, no total das três parcelas somente 18 árvores estavam infestadas.

Com relação ao diâmetro, as castanheiras foram agrupadas em quatro classes. A primeira incluiu as castanheiras jovens ($10 < \text{DAP} \leq 50$ cm), em sua maioria, indivíduos ainda

não produtivos. As classes seguintes distribuíram as castanheiras adultas em intervalos regulares de 50 cm de diâmetro ($50 \leq \text{DAP}_2 < 100 \leq \text{DAP}_3 < 150 \leq \text{DAP}_4$). A divisão é arbitrária, porém guarda certa correspondência com o ciclo de vida da espécie (WADT *et al.*, 2005).

A regeneração natural, ou a parte da estrutura populacional representada por castanheiras com $\text{DAP} < 10$ cm, não foi quantificada na área total das parcelas, mas por amostragem. Para cada parcela de 9 ha foram distribuídas aleatoriamente 16 subparcelas de 25 m x 25 m, dentro das quais foi realizado o inventário da regeneração. Plântulas e varetas foram constituídas como classes de tamanhos independentes. O critério de separação entre plântulas e varetas não foi o diâmetro, mas a altura (SYNNOTT, 1979). A classe plântulas incluiu desde a menor regeneração encontrada até indivíduos com 1,5 m de altura. A classe varetas representou os indivíduos com mais de 1,5 m de altura e $\text{DAP} < 10$ cm.

O tronco profundamente sulcado e o porte majestoso das castanheiras adultas não deixam dúvidas quanto à sua identificação. Mesmo sendo a única espécie no gênero *Bertholletia* (MORI e PRANCE, 1990), a plântula da castanheira ainda pode ser confundida com regenerações de outras Lecythidaceas. As plântulas da Jeniparana (*Gustavia augusta*) e do mata-matá (*Eschweilera* sp.), por exemplo, são muito semelhantes.

Algumas características morfológicas são úteis para distinguir as plântulas em campo. As folhas são glabras, de margens serrilhadas e com venação saliente na face abaxial. A nervura primária é pinada e a secundária braquidódroma, com vasos coletores terminais (MORI e PRANCE, 1990). O pecíolo é ligeiramente alado e de seu ponto de inserção parte uma estria que se prolonga até a bainha da folha antecedente. Isto dá aos ramos novos um aspecto de ziguezague, visível até a suberização da epiderme. A serosidade da face adaxial confere um brilho que destaca a plântula, exceto em dias de chuva. A gema apical emite uma folha ímpar de coloração castanho-clara, que se desenrola simetricamente da nervura central para as extremidades. O “charuto”, como é chamado localmente, é visível nos períodos de crescimento ativo. Um diferencial marcante é a presença de folhas atrofiadas, porém perfeitas, distribuídas aleatoriamente entre as folhas normais da plântula (Observações pessoais).

Além da visão, outros sentidos também podem ajudar na identificação. A casca é fibrosa, resistente, se desprende facilmente e desfia longitudinalmente. A *envira*², como é chamada, é praticamente característica da espécie (RIBEIRO e WANDELLI, 2002). O cheiro da casca recorda o aroma do óleo da castanha. As folhas bem amassadas são pegajosas ao tato e têm um gosto ligeiramente amargo e adstringente. No caso de plântulas muito novas ou

² Nome genérico para fibras obtidas de cascas de árvores.

recém emergidas, é prático escavar o solo abaixo do colo e procurar pela semente. O tamanho, a forma, a testa dura e angulosa, muitas vezes ainda presente, e a disposição dos polos caulinar e radicular, não deixam dúvidas quanto à identidade da plântula.

3.2.2 Fatores associados à produção

A produção das castanheiras foi medida para uma única safra (Parcela I – 2007; Parcelas II e III – 2008). Dificuldades de comunicação, problemas com a logística de transporte e o início da safra muito antes do previsto inviabilizaram a repetição da amostragem. Em certos anos, o preço da castanha atinge um valor excepcionalmente alto na antessafra. A oportunidade de lucro estimula o extrativista a adiantar a safra e adotar uma estratégia de colheita em etapas. A primeira o quanto antes, para obter o melhor preço, e meses depois, quando todos os frutos já caíram. Esta estratégia pode trazer ganhos oportunistas, mas representa um risco significativo para a segurança pessoal dos extrativistas que se aventuram no castanhal, ainda no auge do período de queda dos frutos.

A etapa de coleta contou com a colaboração do extrativista ou membro familiar que explora a colocação onde cada parcela foi implantada. Procurou-se caracterizar uma situação real de extrativismo, feita da mesma forma, na mesma época e utilizando as mesmas ferramentas e práticas tradicionais. Neste caso, frutos “estragados” (abortados, imaturos ou predados) são deixados no chão da floresta e, portanto, não foram considerados na amostragem. Por uma questão de eficiência, o castanheiro também não perde tempo revirando a serrapilheira para ter certeza de que coletou todos os frutos. Mas para o objetivo do estudo, foi realizada uma busca minuciosa.

Devido à variação no período de maturação dos frutos entre as castanheiras (MORITZ, 1984), é comum o extrativista retornar ao castanhal para uma segunda ou até terceira etapa de coleta sob as castanheiras que prolongam a safra. As coletas subsequentes são chamadas localmente de repasses, e seus frutos também foram considerados na amostragem.

A produção foi contabilizada em número e peso total dos frutos por castanheira. As pesagens foram realizadas em campo, com dinamômetro tipo relógio, de capacidade para 20 kg e precisão de 100 g. Nos repasses, os frutos coletados foram apenas contados, calculando o peso correspondente com base na média dos frutos efetivamente pesados na coleta anterior.

Durante a coleta, tomou-se o cuidado para não misturar os frutos de castanheiras adjacentes de copas sobrepostas. Na maioria dos casos, esta separação é possível com base no

tamanho e no peso médio dos frutos, que varia na ordem de 30% (n=111 CV=27,4%, dados deste estudo) ou na forma (alongados, esféricos ou achatados) que também varia entre as castanheiras, mas que se mantêm relativamente estáveis para uma mesma matriz. Nos casos de dúvida quanto à separação dos frutos sob castanheiras de copas sobrepostas, a produção foi agrupada e as matrizes sobrepostas foram excluídas das análises que correlacionaram a produção com atributos individuais de diâmetro, forma, posição e presença de cipós.

3.2.3 Índices de processamento

Ainda em campo, uma amostra aleatória de 10 frutos por castanheira foi separada e aberta com a ajuda dos extrativistas. Para as matrizes que produziram menos de 10 frutos, utilizou-se a quantidade total disponível, e as análises posteriores levaram em consideração a proporcionalidade. As castanhas e as cascas dos frutos abertos foram pesadas em balança eletrônica portátil com precisão de 1 g. Cada amostra das castanhas de 10 frutos (n=111) e parte das amostras de cascas (n=33) foi acondicionada individualmente e transportada ao laboratório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Amapá.

No laboratório, as castanhas contendo amêndoas foram separadas das castanhas vazias por imersão em baldes com água. Este método simulou o processo tradicional de lavagem feito pelos extrativistas em córregos e remansos, próximos dos locais de coleta. As castanhas vazias flutuam e separam-se das castanhas contendo amêndoas que submergem. As castanhas que flutuaram foram contadas e descartadas. As castanhas contendo amêndoas foram contadas, secas ao ar e pesadas em balança de laboratório com precisão de 0,01 g.

Para excluir a variação no peso causada pela influência da umidade do ar, as amostras de castanhas e cascas dos frutos foram novamente pesadas após a estabilização da umidade em estufa de ventilação forçada a 70°C. Além de estabilizar a umidade, a desidratação em estufa traz a vantagem de esterilizar o embrião da semente e eliminar parte dos micro-organismos e fungos trazidos do solo do castanhal (ARRUS *et al.*, 2005). Isto reduz a contaminação e prolonga o período de armazenamento da amostra. Outra vantagem da desidratação é a exudação de substâncias oleosas através da casca de castanhas aparentemente saudáveis, mas internamente deterioradas. As castanhas que exudaram foram excluídas e, junto com as castanhas vazias separadas na lavagem, representaram o número de castanhas ruins por amostra de 10 frutos.

A partir da amostra final, descontando as castanhas vazias e as que exudaram em estufa, separou-se uma subamostra de aproximadamente 500 g para descascamento e quantificação da proporção amêndoa/casca. Destas, ainda foram selecionadas subamostras das amêndoas de 15 castanheiras, para a prensagem e extração do óleo.

A extração do óleo foi realizada em prensa hidráulica, comprimindo a amostra manualmente sob pressão constante de nove toneladas, dentro de um cilindro de aço com ranhuras para a saída do óleo, contra um cilindro maciço fixo na base do equipamento. A amostra foi pesada antes e depois da prensagem e a porcentagem de óleo foi quantificada pela diferença. Para o cálculo da densidade o volume do óleo de cada amostra foi medido em proveta graduada com precisão de 1 ml.

Para avaliar a eficiência do processo tradicional de lavagem e separação das sementes vazias em cursos de água, foram coletadas todas as castanhas descartadas da lavagem da safra anual do castanhal onde foi instalada a parcela I. Após a determinação do peso úmido e do volume total de castanhas descartadas, foram separadas cinco amostras com aproximadamente 500 g de castanhas cada (peso úmido). As castanhas foram abertas uma a uma para verificar a porcentagem de amêndoas sadias perdidas no processo tradicional de lavagem.

Os castanheiros avaliam sua produção em medidas de volume. As mais utilizadas são a lata³, a barrica⁴ e o hectolitro. O hectolitro faz parte do sistema métrico, no entanto, nas relações de comércio local esta medida raramente corresponde ao volume real de 100 litros. Os compradores alegam que muitas castanhas são perdidas durante as etapas de industrialização e exigem dos extrativistas um volume extra, a chamada “quebra”, em geral de meia ou uma lata a mais na medida do hectolitro. Para ajustar a correspondência entre as medidas locais e o sistema métrico, determinou-se a relação peso/volume com base no peso médio de oito latas contendo 20 litros de castanhas secas ao ar.

3.3 Análise dos dados

3.3.1 Estrutura populacional

A estrutura populacional de uma espécie florestal pode ser caracterizada tanto em estrutura horizontal (distribuição espacial, diâmetro e área basal), quanto em estrutura vertical

³ Medida de volume com 18 a 20 litros.

⁴ Medida de volume com 5 ½ a 6 latas.

(altura, estratificação e características do dossel). Nesse estudo foram consideradas variáveis dos dois tipos de estrutura.

Para determinar o padrão de distribuição espacial das castanheiras ($DAP \geq 10$) dentro das parcelas, utilizou-se o índice de dispersão de Clark e Evans, com adaptação proposta por Donnelly para corrigir a influência da borda (KREBS, 1999). O índice Clark e Evans é indicado quando todos os indivíduos dentro do critério de inclusão estão mapeados. Sendo expresso como a razão da média da distância observada para o vizinho mais próximo, dividida pela média da distância esperada, baseada em uma distribuição hipotética com o mesmo número de indivíduos cobrindo a mesma área total. O padrão de distribuição é determinado de acordo com o valor do índice calculado, sendo aleatório ($R=1$), agrupado ($R=0$) ou uniforme ($R \geq 2,15$).

Quanto à regeneração natural, a soma da superfície amostrada das 16 subparcelas totaliza 1 hectare. Para reunir os dados das subparcelas ao inventário em área total (9 ha), o número de castanheiras foi convertido em densidade de indivíduos por hectare. Foram gerados histogramas de distribuição da densidade de indivíduos por classe de tamanho, por parcela e para a média das três parcelas. Outro histograma por classe de diâmetro considerou apenas as castanheiras amostradas em área total (9 ha, $DAP \geq 10$ cm). As variáveis associadas à estrutura vertical das castanheiras (altura, forma e posição da copa) foram analisadas através de estatísticas descritivas.

As pressuposições dos modelos utilizados nas análises de regressão, homogeneidade de variância e normalidade dos dados, foram verificadas antes da realização dos testes. Quando necessário, foram realizadas as transformações indicadas no texto.

3.3.2 Fatores associados à produção

A correlação entre os atributos individuais de diâmetro, forma e posição das copas, a presença de cipós e a produção das castanheiras foram avaliadas por meio da análise de correspondência multivariada (MCA). Essa análise é uma técnica para interpretação exploratória de dados categorizados. A MCA é uma generalização da análise de componentes principais para tabelas de contingência. Os fatores da análise de correspondência geram uma decomposição ortogonal do Chi-quadrado associado à tabela. Na MCA, linhas e colunas da tabela são tratadas como simétricas e podem ser representadas no mesmo gráfico (ABDI, 2003). A interpretação da análise enfatiza a representação geométrica, revelando a estrutura

dos dados de forma ótima e sem necessidade de suposição de modelos de distribuição (PALMER, 1993).

Para a MCA foram desconsideradas as castanheiras com diâmetro menor que a menor castanheira produtiva encontrada em todas as parcelas ($DAP < 50$ cm) e as castanheiras que tiveram sua produção agrupada em decorrência da semelhança dos frutos sob copas sobrepostas, totalizando uma amostragem de 106 castanheiras produtivas e não agrupadas.

Na MCA, a produção foi dividida em classes proporcionais ao número de frutos. A primeira classe reuniu os indivíduos não produtivos (Prd0). As classes seguintes dividiram o valor máximo de produção em classes proporcionais de mesma amplitude, $1 \leq Prd1 < 277 \leq Prd2 < 555 \leq Prd3 < 833 \leq Prd4$ frutos. As formas de copa pobre (F4) e muito pobre (F5) reuniram um baixo número de indivíduos ($n=14$) e foram agrupadas em uma única classe (F4+F5) para melhorar a dispersão do resultado da análise de correspondência multivariada.

Após a interpretação exploratória e identificação dos padrões de variação conjunta e das interações entre as variáveis, foram realizadas análises univariadas para detalhar as relações destacadas. A relação da presença ou ausência de cipós com a produção foi avaliada através do teste T. A relação entre o DAP das castanheiras produtivas e a quantidade de frutos produzidos foi feita por meio da análise de regressão, comparando modelos de variação linear e exponencial com relação ao ajuste da equação e a distribuição dos resíduos. As análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistica* versão 6 (STATSOFT, 2001).

3.3.3 Índices de processamento

Para avaliar a suficiência da amostragem de dez frutos por castanheira, foi realizada uma regressão linear entre o peso total dos frutos, medido em campo, e o peso total de frutos estimado pelas amostras. O ajuste à curva foi testado pela análise de variância dos resíduos.

As conversões de rendimento de frutos em castanhas, castanhas em amêndoas e amêndoas em óleo foram calculadas por estatísticas descritivas, apresentando valores médios e coeficientes de variação para castanheiras que produziram pelo menos dez frutos.

Algumas amostras foram colocadas na estufa antes da obtenção do peso seco ao ar ($n=31$). Os valores perdidos foram reconstituídos por meio de um fator de correção para a perda de umidade calculada com base nas amostras devidamente pesadas antes e depois da desidratação ($n=81$). Esta correção foi possível porque a desidratação por secagem em estufa é relativamente homogênea ($n=81$; $CV=3,58\%$, dados deste estudo).

4 RESULTADOS

4.1 Estrutura populacional

Nos 27 ha inventariados foram localizadas 183 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm), o que equivale a uma densidade média de $6,78 \text{ ind. ha}^{-1}$. Por parcela, a densidade foi de 11 ind. ha^{-1} (parcela I), $3,22 \text{ ind. ha}^{-1}$ (parcela II) e $6,11 \text{ ind. ha}^{-1}$ (parcela III) (Figura 4; Tabela 1).

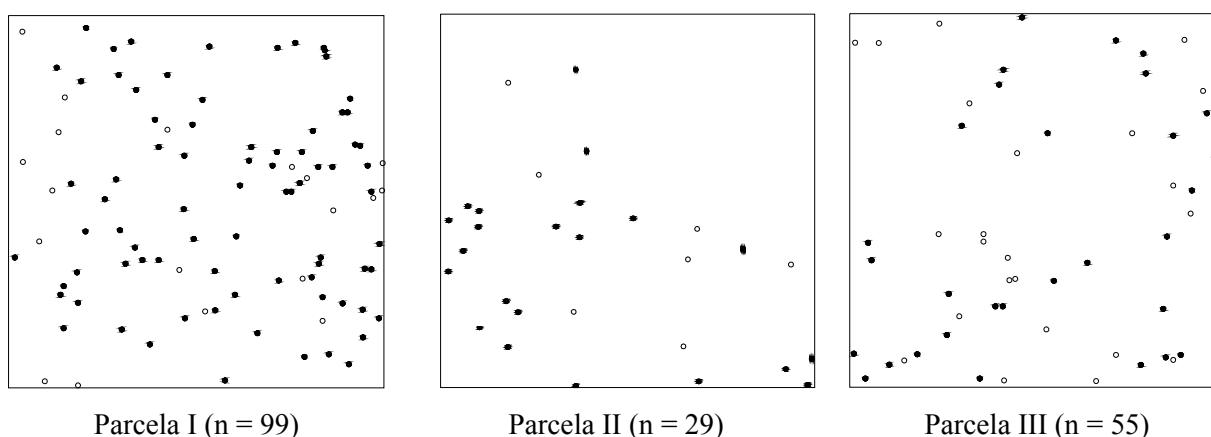


Figura 4 – Distribuição espacial das castanheiras com $DAP \geq 10$ cm nas parcelas de 9 ha. Círculos preenchidos representam castanheiras com $DAP \geq 50$ cm e abertos castanheiras com $10 \leq DAP < 50$ cm.

Tabela 1 - Índice de agregação (R) baseado na aplicação do método do vizinho mais próximo de Clark e Evans com correção para influência da borda de Donnelly.

	Categoria ^a	N^b	Distância ^c	R^d	Distribuição
Parcela I	Todas	99	$16,23 \pm 9,25$	1,03	Aleatória
	Adultas	80	$17,05 \pm 9,55$	1,08	Aleatória
	Jovens	19	$32,89 \pm 18,16$	2,09	Aleatória
Parcela II	Todas	29	$29,54 \pm 15,59$	0,98	Aleatória
	Adultas	22	$26,73 \pm 15,57$	0,88	Aleatória
	Jovens	7	$70,87 \pm 39,33$	2,34	Uniforme
Parcela III	Todas	55	$20,35 \pm 11,00$	0,95	Aleatória
	Adultas	31	$26,81 \pm 13,12$	1,24	Aleatória
	Jovens	24	$33,00 \pm 17,89$	1,53	Aleatória

^a Todas as castanheiras da parcela; só as adultas ($DAP \geq 50$ cm); só as jovens ($10 \leq DAP < 50$ cm)

^b Número de indivíduos na amostra

^c Medida da distância para o vizinho mais próximo e desvio padrão em metros.

^d Índice de agregação ($R=1$, padrão de distribuição aleatória; $R=0$, padrão agregado; $R \geq 2,15$ padrão de distribuição uniforme).

Para todas as castanheiras ($DAP \geq 10$ cm), a distribuição espacial apresentou um padrão aleatório nas três parcelas amostradas. Na análise separada por categorias de diâmetro, as

castanheiras adultas também apresentaram distribuição aleatória, porém as castanheiras jovens apresentaram uma tendência para a distribuição uniforme.

A relação de correspondência entre o diâmetro e a altura total das castanheiras foi praticamente linear para os indivíduos de menor diâmetro ($DAP < 50$ cm), tornando-se menos evidente nas castanheiras de diâmetro intermediário ($50 \leq DAP < 100$ cm) e de maior diâmetro ($DAP \geq 150$ cm) (Figura 5).

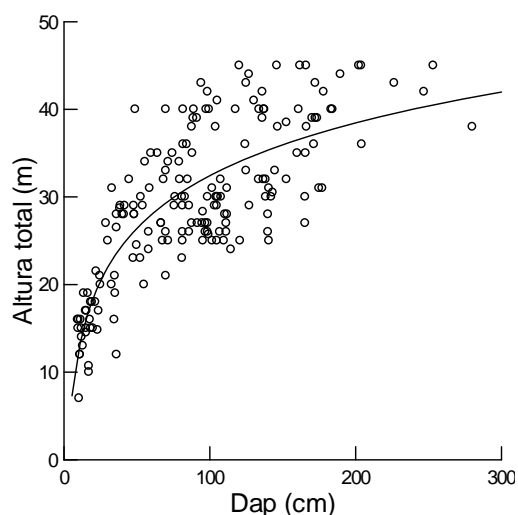


Figura 5 – Relação hipsométrica para as 183 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) avaliadas em 27 ha de castanheais silvestres. A linha representa o ajuste à regressão logarítmica.

Considerando todas as castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) das três parcelas, a média do diâmetro foi 92,1 cm e a média da área basal por castanheira foi de $0,912 \text{ m}^2$. A maior castanheira mediu 280,11 cm de diâmetro e a área basal por hectare foi $6,182 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. A altura média foi 29,5 m e a castanheira mais alta alcançou cerca de $45 \text{ m} \pm 5$ (não foi possível obter uma medida exata). A altura média da primeira inserção de galho foi a 23,3 m, variando de 7,3 m com a máxima de 37 m. Por parcela, a média da área basal foi $1,095 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (parcela I), $0,523 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (parcela II) e $0,789 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (parcela III). No inventário de regeneração, foram localizadas 33 plântulas e oito varetas de castanheiras para o total de três hectares amostrados (48 subparcelas), o que equivale a uma densidade média de 11 plântulas e 2,7 varetas por hectare.

As curvas de distribuição em classes de tamanho por parcela (Figura 6 a) e para a média das três parcelas (Figura 6 b) apresentaram indivíduos em todas as classes de diâmetro.

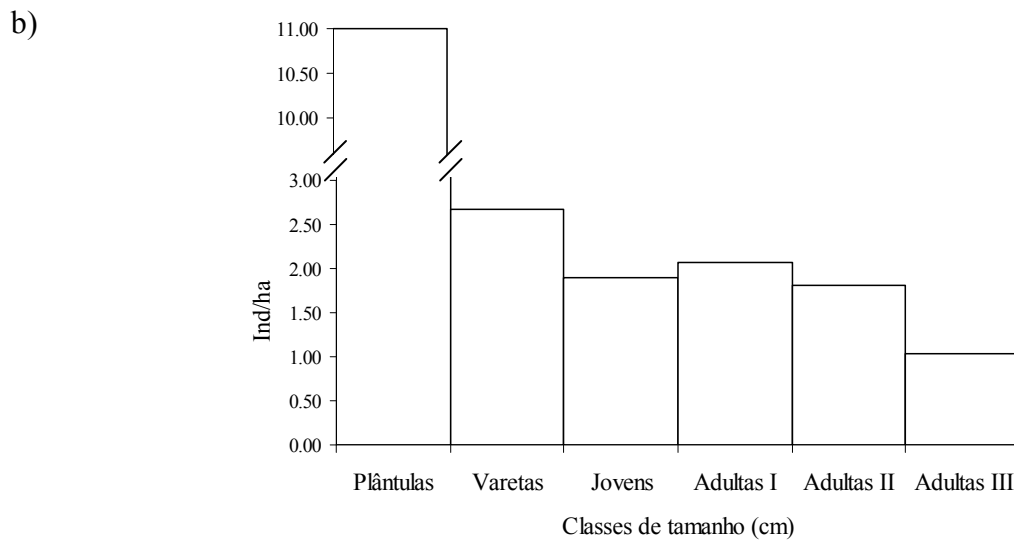
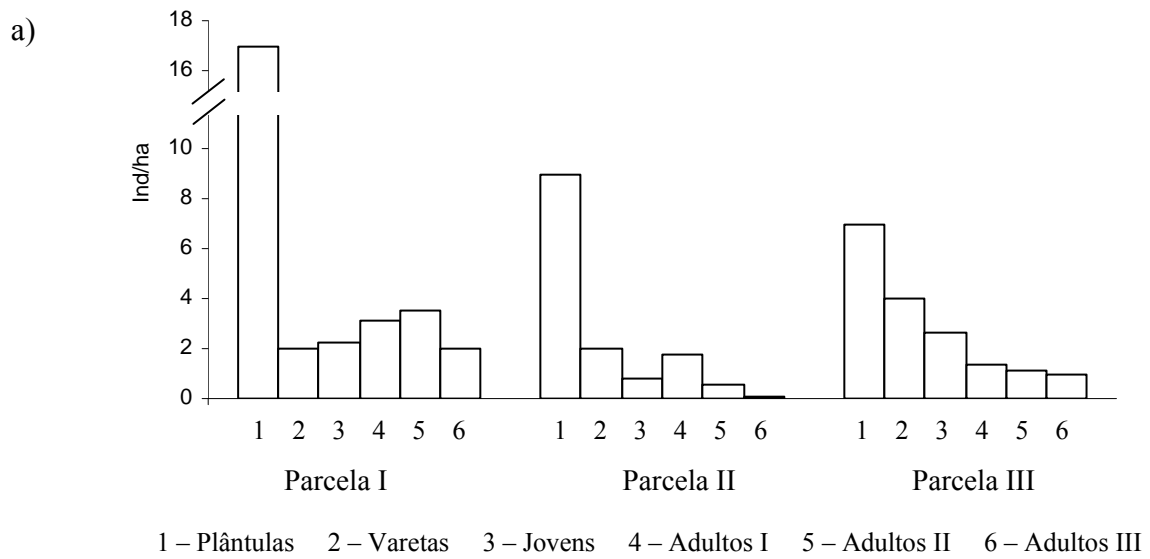


Figura 6 – Distribuição das castanheiras por classe de tamanho (a) na população de três castanhais e (b) na média dos três castanhais da RESEX Cajari. Plântulas (<1,5 m) e varetas ($\geq 1,5$ m) medidas em altura; $10 \leq$ Jovens $< 50 \leq$ Adultos I $< 100 \leq$ Adultos II $< 150 <$ Adultos III, medidas em diâmetro (cm).

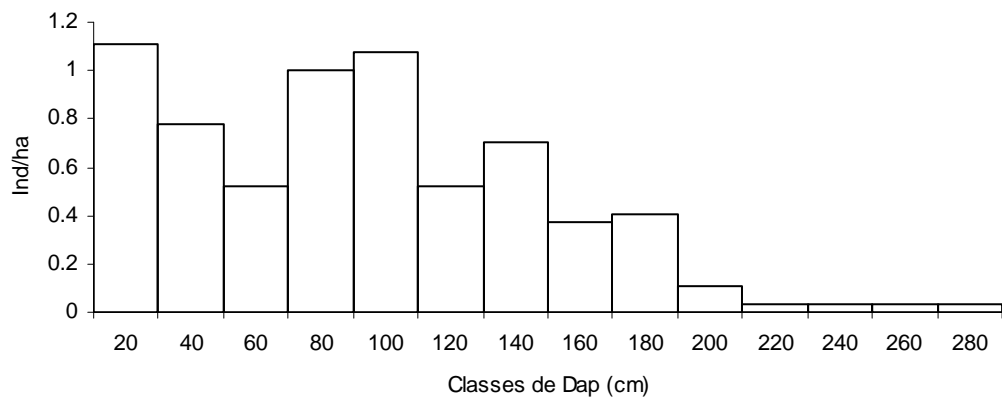


Figura 7 – Distribuição de castanheiras (DAP ≥ 10 cm) por classe 20 cm de diâmetro para a média da população de três castanhais com longo histórico de coleta intensiva na RESEX Cajari.

4.2 Fatores associados à produção

Do total de 183 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm), 120 produziram frutos (65%). A produção média foi de 91 frutos por árvore, variando de zero a 1.111. A menor castanheira produtiva apresentou diâmetro de 38,5 cm. Dos indivíduos produtivos, 14 foram agrupados devido à sobreposição das copas e pela impossibilidade de separar seus frutos com base nas diferenças de tamanho e forma.

No resultado da análise de correspondência entre a produção e os atributos individuais das castanheiras de produção não agrupadas ($n=169$), foi possível distinguir dois grupos principais de associação com a produção (Figura 8).

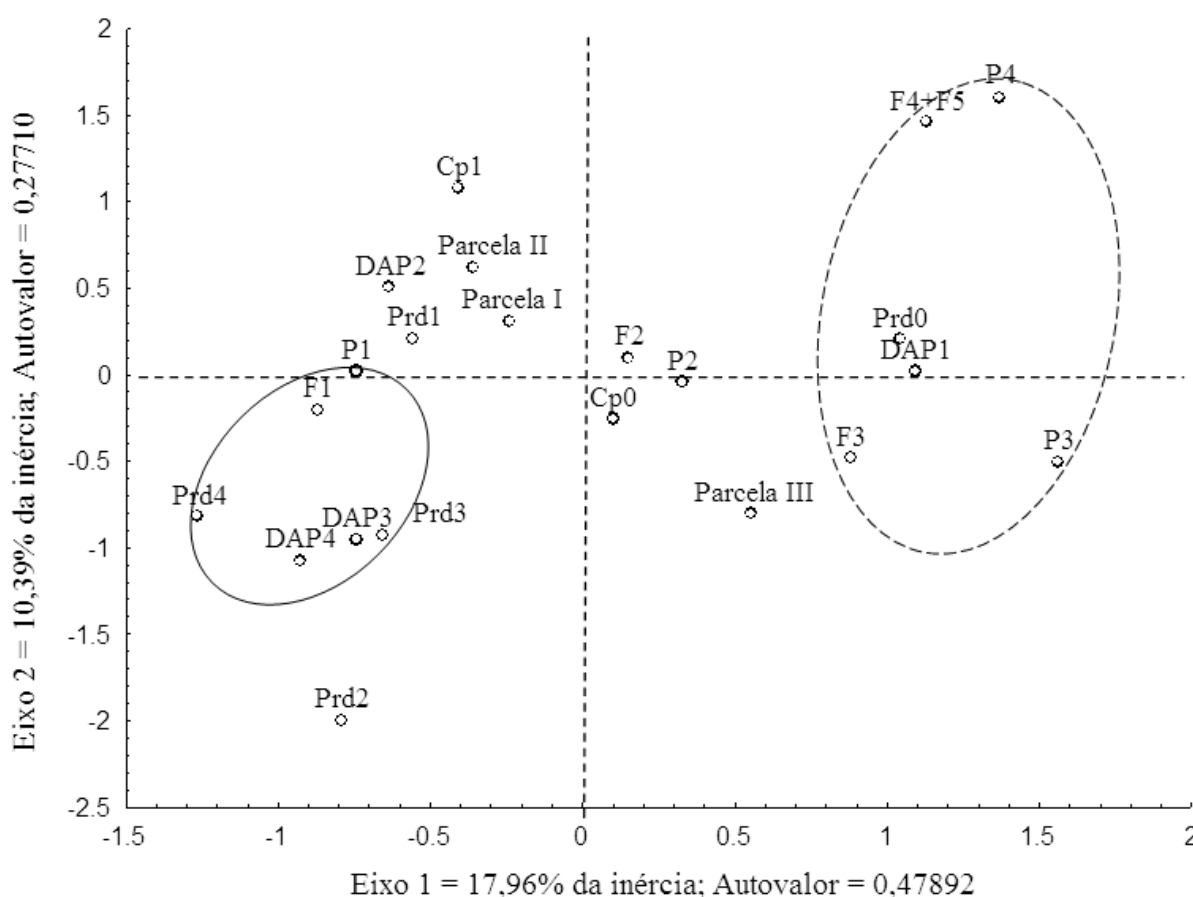


Figura 8 – Resultado da análise de correspondência multivariada entre os atributos individuais e a produção por castanheira. As convenções representam as classes de produção ($Prd0=0 < Prd1 \leq 277 < Prd2 \leq 555 < Prd3 \leq 833 < Prd4 \leq 1111$), o diâmetro em cm ($10 \leq DAP1 < 50 \leq DAP2 < 100 \leq DAP3 < 150 \leq DAP4$); presença (Cp1) ou ausência (Cp0) de cipós e a forma (F1 a F4+F5) e posição (P1 a P4) das copas, classificadas com base no índice de Dawkins modificado (SYNNOTT, 1979).

No gráfico, a elipse contínua agrupa as classes de maior produção (Prd3 e Prd4) com as classes de maior diâmetro (DAP3 e DAP4) e as melhores classes de forma (F1) e posição da copa (P1). A elipse tracejada agrupa as castanheiras não produtivas (Prd0) com o menor

diâmetro (DAP1) e os piores índices de forma (F3 e F4+F5) e posição (P3 e P4) da copa. As 52 castanheiras (28%) com os melhores índices de forma e posição da copa (F1 e P1) totalizaram 46% da produção total de frutos (n=7.976).

Do total de 183 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm), 120 produziram frutos (65%). Se consideradas apenas as castanheiras com diâmetro maior que da menor castanheira produtiva (38,5cm), dentre os 144 indivíduos, 24 não produziram frutos (17%). O número de castanheiras produtivas diminuiu com o aumento das classes de produção (Figura 8).

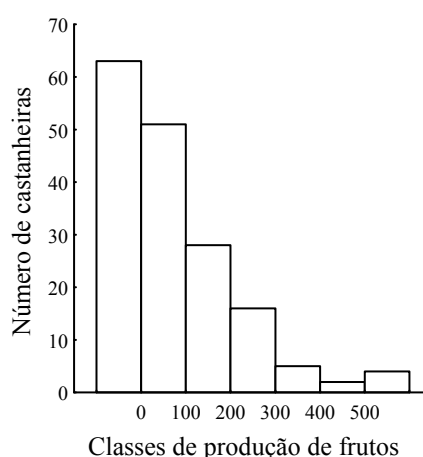


Figura 9 – Histograma do número de castanheiras por classes de produção de frutos.

Considerando o resultado da análise de correspondência independentemente por eixo, observou-se que o eixo 1 correlacionou as maiores classes de diâmetro com copas perfeitas e emergentes, do mesmo modo que a menor classe de diâmetro foi correlacionada com as copas de formas pobres e suprimidas. O eixo 2 destacou a associação positiva entre a produção e o diâmetro e também a presença de cipós com as castanheiras de forma de copa pobre e suprimida.

Na distribuição da produção por classes de diâmetro, a segunda classe (DAP2) reuniu o maior número de castanheiras produtivas. Porém, 73% da produção total proveio das duas maiores classes de diâmetro DAP3 e DAP4, mesmo correspondendo a apenas 21% das árvores produtivas (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de castanheiras produtivas (n) e o total de frutos (Prd) por classe de diâmetro em centímetros ($10 \leq DAP1 < 50 \leq DAP2 < 100 \leq DAP3 < 150 \leq DAP4$).

	Parcela I				Parcela II				Parcela III			
	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4
n	6	38	15	3	0	10	4	2	6	12	8	2
Prd	98	110	239	169	0	14	22	17	36	166	455	258

A regressão entre o diâmetro e a produção das castanheiras apresentou baixo ajuste tanto ao modelo linear quanto ao polinomial. A análise de variância do modelo linear ($F=19,67$; $p<0,001$) e polinomial de segunda ordem ($F=11,02$; $p<001$) foram significativas, mostrando que há uma associação da produção com o diâmetro. Porém, ambos os modelos apresentaram um baixo coeficiente de determinação ($R^2<0,2$). (Figura 10).

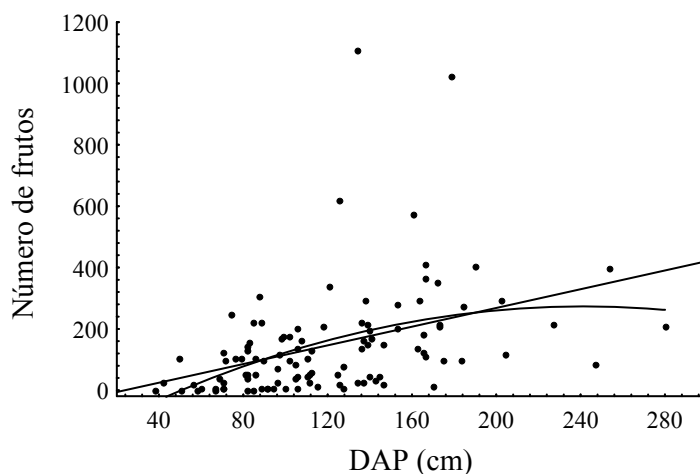


Figura 10 – Produção de frutos em função do diâmetro das castanheiras.

A diferença entre as médias da produção das castanheiras sem cipó ($n=88$; $\bar{x}=157$) e com cipó ($n=18$; $\bar{x}=93$) foi elevada, e a comparação das médias pelo teste T, após a transformação pelo logaritmo (base 10) do número de frutos, com a presença ou ausência de cipós, foi significativa ($T=1,968$; $p=0,052$).

4.3 Índices de processamento

No total, foram colhidos 17.230 frutos ou 12,18 toneladas de frutos, contabilizados individualmente por castanheira. Excluindo as castanheiras que produziram menos de dez frutos e as que tiveram a produção agrupada, o peso médio dos frutos por castanheira variou entre 426 e 1.986 g, com uma média geral de 730 g ($n=95$; $CV=16,98$).

O teste da representatividade das amostras de dez frutos pelo ajuste da regressão linear entre o peso total obtido em campo e o peso estimado com base na amostra, foi altamente significativo ($n=112$; $F=5952,56$; $p<0,001$) (Figura 11).

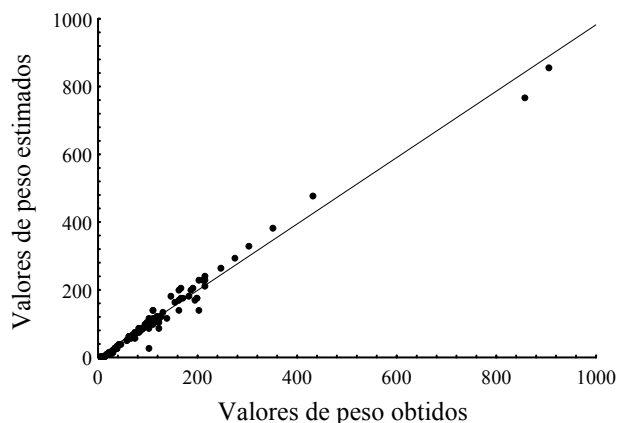


Figura 11 – Representatividade da amostra de dez frutos por castanheira pela regressão linear entre o peso total de frutos obtido em campo e o peso total estimado com base na amostra.

O processo tradicional de separação das castanhas vazias por lavagem em cursos de água se mostrou altamente eficiente. Na lavagem da produção total de 13.860 litros ou 6.587,33 kg (peso seco ao ar) foram descartados 180 litros ou 85,55 kg de castanhas. O que representa 1,3% do total da safra do produtor em peso seco ao ar. Observou-se um desperdício de 3,52% de castanhas sadias junto com o descarte, o que corresponde a aproximadamente 3 kg de castanhas, ou menos de 0,05% do total da safra em peso.

Com base nas amostras de dez frutos, o processo de separação por lavagem apresentou uma média de descarte de 5% ($n=112$; $CV=88,6$) em número de castanhas (vazias, malformadas e podres), o que equivale a um rendimento de 85% em peso ($n=105$; $CV=31,3$). O peso médio das castanhas por indivíduo variou de 4,50 até 14,34 g, com uma média geral de 9,50 g ($n=112$; $CV=17,8$).

Exceto para algumas sementes partidas ou trincadas durante a abertura do fruto pelo corte com machadinha (sistema tradicional), não se observou contaminação das amostras por fungos. As sementes danificadas foram pesadas e consideradas nos cálculos como sementes sadias, porém foram fisicamente excluídas das etapas seguintes do processamento.

A desidratação em estufa até a estabilização da umidade representou um rendimento médio de 75,2% em peso ($n=45$; $CV=4,9$). As castanhas que exudaram na desidratação em estufa, foram abertas e 100% revelaram um conteúdo pastoso e fétido, de amêndoas deterioradas, imaturas ou malformadas.

Com relação aos rendimentos médios do processamento, a conversão de frutos em castanhas foi de 24,5% ($n=95$; $CV=16,0$). A conversão de castanhas em amêndoas apresentou um rendimento de 52,6% ($n=45$; $CV=10,6$) e a conversão de amêndoas em óleo teve um rendimento de 50,4% ($n=15$; $CV=13,7$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Síntese da conversão de rendimentos, com exemplo para 1.000 kg de frutos.

Frutos	Castanhas	Lavagem	Desidratação	Descasca	Óleo
1.000 kg	245 kg	208 kg	157 kg	82 kg	42 kg
Em função do anterior	24,5%	85,0%	75,2%	52,6%	50,4%
Em função do inicial	24,5%	20,8%	15,6%	8,2%	4,2%

5 DISCUSSÃO

5.1 Estrutura populacional

É senso comum entre os extrativistas que a castanheira é uma espécie que apresenta distribuição agrupada, tanto que existem várias denominações regionais para as áreas de alta concentração de castanheiras que não são utilizadas para os locais com indivíduos distribuídos de modo esparso. O próprio nome “castanha” só é utilizado para porções bem delimitadas dentro da região de ocorrência da espécie. O padrão de distribuição agregado também é relatado na maioria das publicações que mencionam a distribuição demográfica da castanheira (MORI, PRANCE, 1990; PERES, BAIDER, 1997; SALOMÃO, 1991).

Por outro lado, Wadt e colaboradoras (2005) observaram um padrão de distribuição aleatório, para uma amostra de 568 castanheiras ($DAP \geq 10$) em 420 ha de área contínua. As autoras discutem a diferença encontrada entre seus resultados e os da literatura em relação ao tipo de floresta (densa ou aberta), ao método e à área amostrada. Utilizando o mesmo índice adotado pelas autoras, também foi observado um padrão de distribuição espacial aleatório (Figura 4; Tabela 1), exceto para as castanheiras jovens, provavelmente devido ao baixo número de indivíduos em relação à dimensão da área. No entanto, estes resultados não representam a distribuição da espécie na escala de paisagem, já que as parcelas não foram implantadas em um delineamento adequado para esta amostragem.

Baider (2000), que estudou a demografia dos castanhais de uso intensivo também na RESEX Cajari, região do Centro Novo ($0^{\circ}20'S$; $51^{\circ}43'O$), encontrou uma densidade média de 12 ind. ha^{-1} ($DAP \geq 10 \text{ cm}$), amostradas em parcelas e trilhas, porém uma densidade de apenas $0,06 \text{ ind. ha}^{-1}$ (16 ha) para castanheiras com diâmetro menor de 10 cm, amostradas em trilhas. Isto, aliado à estrutura populacional com maior proporção de castanheiras adultas, levou a autora a afirmar que “como poucos indivíduos jovens estão sendo recrutados (...) existe forte possibilidade que a coleta da castanha a longo prazo tenha efeito deletério nas

populações”. No entanto, as densidades das castanheiras com DAP maior ou menor que 10 cm foram obtidas por métodos de amostragem diferentes, e não deveriam ser diretamente comparadas. E, da mesma forma, a estrutura populacional dos castanhais silvestres e explorados foi comparada a partir de dados obtidos por amostragens desiguais.

Os resultados obtidos neste estudo discordam da hipótese supracitada. Nas parcelas avaliadas, a densidade de castanheiras com menos de 10 cm de DAP foi de 13,7 ind.ha⁻¹ e a estrutura da população (Figura 6) foi mais próxima do padrão encontrado pela mesma autora para suas parcelas estabelecidas em castanhais não explorados (Terra Indígena do Pinkaiti) que de suas parcelas estabelecidas em castanhais de uso intensivo na RESEX Cajari (Região do Centro Novo) (BAIDER, 2000). A densidade média de indivíduos nas parcelas estabelecidas nos castanhais do Marinho e do Martins foi maior para as menores classes de diâmetro e decresceu com o aumento do diâmetro dos indivíduos. Na teoria ecológica, esta distribuição caracteriza populações estáveis com recrutamento contínuo, onde a mortalidade das árvores mais velhas é sucedida pelo crescimento dos indivíduos mais jovens (PETERS, 1996).

Padrões de estrutura similares foram observados para populações em castanhais silvestres exploradas no Acre (SERRANO, 2005; VIANA *et al.*, 1998; WADT *et al.*, 2008) e Bolívia (ZUIDEMA e BOOT, 2002). Assim como aqueles, o resultado deste estudo diverge da conclusão alarmante e amplamente divulgada de que os castanhais com longo histórico de coleta intensiva não apresentam recrutamento de plântulas adequado à manutenção da população e, como tal, estão fadados a desaparecer (PERES *et al.*, 2003). Aplicando o modelo proposto pelos autores citados, que consideraram como juvenis indivíduos com 10<DAP≤60 cm, à estrutura populacional obtida neste estudo, o castanhal onde foi implantada a parcela I (23% de juvenis) seria classificado como área de baixa intensidade de exploração e os castanhais onde foram implantadas as parcelas II (34% de juvenis) e III (49% de juvenis) seriam classificados como áreas não exploradas.

Na distribuição da estrutura populacional por classes de 20 cm de diâmetro observou-se um desvio em relação ao modelo exponencial negativo principalmente nas classes mais jovens, com limites de classe entre 30 e 70 cm de diâmetro (Figura 7). Este poderia ser um indicativo de falhas no recrutamento de plântulas no passado. Por outro lado, a castanheira tem sido classificada como uma espécie pioneira de ciclo longo (WHITMORE, 1989), dependente de clareiras (ZUIDEMA e BOOT, 2002), principalmente para transpor os estágios iniciais de crescimento (MYERS *et al.*, 2000). Nas condições de baixa luminosidade do sub-bosque dos castanhais, os indivíduos jovens podem apresentar taxas de crescimento mínimas

ou negativas (ZUIDEMA *et al.*, 1999) e permanecer por muito tempo praticamente sem crescer, até que a abertura de uma clareira crie a oportunidade que deve ser aproveitada com eficiência. Disto resulta uma taxa de crescimento não linear, cujo pico corresponde às classes de diâmetro entre 10 e 30 cm (BAIDER, 2000) ou entre 30 e 60 cm (ZUIDEMA e BOOT, 2002), classes de diâmetro tipicamente associadas aos indivíduos jovens.

5.2 Fatores associados à produção

Como os dados de produção se referem a uma única safra, os resultados obtidos devem ser interpretados com ressalvas. É consenso entre os extrativistas e pesquisadores que as castanheiras apresentam grande variação anual na produção (VIANA *et al.*, 1998). Devido à sobreposição do ciclo de frutificação, que se estende por 14-15 meses (MAUÉS, 2002; MORITZ, 1984), alguns autores sugerem que a carga de frutos da safra anterior compete por nutrientes com a safra seguinte e, deste modo, existe uma tendência para um padrão de produção bianual (MORI, PRANCE, 1987b; ZUIDEMA, BOOT, 2002).

Kainer e colaboradores (2007) avaliaram a produção ao longo de cinco anos consecutivos mas não detectaram um padrão para a variação anual por indivíduo. Por outro lado, observaram que algumas das castanheiras de melhor e pior desempenho produtivo foram as mesmas para qualquer ano da sequência amostrada. Com base neste resultado, a correlação entre os atributos alométricos e a produção de uma única safra não é um resultado de todo inválido. De qualquer modo, dois anos consecutivos de amostragem ainda seriam insuficientes para isolar o efeito da sazonalidade. Esta é uma meta de longo prazo que poderá ser cumprida com a continuidade do monitoramento anual da produção nas parcelas permanentes.

Apenas 25% das castanheiras foram responsáveis por mais de 60% da safra. Esta alta concentração está de acordo com a percepção dos extrativistas que sempre são capazes de indicar quais são as castanheiras que se destacam entre as mais produtivas de seus castanhais (WADT *et al.*, 2005). Outros estudos que avaliaram a produção em castanhais silvestres também relataram uma alta concentração da produção em poucos indivíduos (KAINER *et al.*, 2007; VIANA *et al.*, 1998).

Acompanhando a atividade dos extrativistas nas parcelas mapeadas, observou-se que a coleta é direcionada para as castanheiras mais produtivas e que, é em função delas que os locais de ajuntamento e “quebra da castanha” são definidos. Como os locais de abertura dos

frutos são relativamente fixos, as árvores mais produtivas são regularmente exploradas e as castanheiras que produzem poucos frutos podem simplesmente não ser visitadas.

É principalmente durante a coleta que os extrativistas retornam aos castanhais e realizam os tratamentos culturais para controle de cipós competidores nas castanheiras infestadas. Castanheiras que produzem pouco ou nada são chamadas localmente de “vadias” ou “perdidas” e, por não compensarem o esforço de coleta, raramente são visitadas, deixando de receber os devidos cuidados de limpeza. Kainer e colaboradores (2006) observaram que as castanheiras sem cipós produziram três vezes mais do que aquelas com mais de 75% da copa infestada, sugerindo que o corte de cipós pode melhorar a produção. Por outro lado, convém investigar se a associação entre a infestação por cipós e a baixa produção também não é influenciada pela discriminação no manejo de corte. Neste caso, a infestação por cipós pode ser tanto uma consequência quanto um determinante da baixa produção. Esta hipótese é reforçada pela associação observada entre a presença de cipós e as formas de copa pobres e suprimidas.

No longo prazo, a coleta direcionada às castanheiras mais produtivas poderá significar uma seleção negativa para a produção nos castanhais. Se os frutos dos indivíduos pouco produtivos permanecem continuamente à disposição do dispersor natural, enquanto os frutos das castanheiras mais produtivas são sistematicamente coletados, por seleção, teoricamente a proporção dos descendentes das castanheiras pouco produtivas tende a aumentar na população.

Os resultados da análise de correspondência multivariada entre a produção e os fatores associados foram coerentes ao destacar as mesmas correspondências tanto de forma positiva quanto negativa. No agrupamento que reuniu as duas classes de maior produção encontraram-se as maiores classes de diâmetro e os melhores índices de forma e posição da copa. E, mantendo a tendência, a classe não produtiva foi agrupada junto das menores classes de diâmetro, bem como os piores índices de forma e posição de copa. O baixo valor associado à explicação dos eixos principais da análise de correspondência (eixo 1=18%; eixo 2=10%), provavelmente se deve à amplitude de variação e à heterogeneidade dos dados relacionados.

Castanheiras de maior diâmetro foram em média mais produtivas e houve relação significativa entre a produção e o diâmetro (Figura 10). Mas, apesar da significância dos modelos linear e polinomial de segunda ordem, os coeficientes de correlação entre as variáveis foram baixos, indicando que a associação não é tão forte. Portanto, não se pode prever a produção exclusivamente em função dos valores de diâmetro. Além disso, as duas

castanheiras que produziram mais de mil frutos apresentaram diâmetros intermediários e podem ter prejudicado o ajuste dos modelos.

5.3 Índices de processamento

O esforço de pesar todos os frutos de todas as castanheiras foi um trabalho exaustivo e demorado, válido somente no sentido de confirmar a suficiência da amostragem. A alta representatividade obtida com uma amostra de dez frutos (Figura 11) não justifica o custo e o tempo necessário para a pesagem da produção total.

Embora simples, o processo tradicional de separação de castanhas vazias por imersão em água se mostrou altamente eficiente. O desperdício de castanhas sadias pode ser considerado desprezível se comparado às perdas em outras etapas da fase cadeia produtiva. Portanto, este resultado justifica o não investimento em métodos de separação mais elaborados na escala do produtor.

Na lavagem, a diferença entre a perda em número de castanhas (5%) e seu equivalente em peso (15%) é explicada pelo menor peso das castanhas vazias em relação às castanhas que contém amêndoas. Além disso, a perda em peso também considera as impurezas (opérculo e outras partes do fruto, terra e organismos do solo) que são eliminadas com a lavagem.

A lavagem foi a etapa do processamento que apresentou maior coeficiente de variação entre os índices de processamento. A diferença na porcentagem de castanhas descartadas entre as amostras, provavelmente está relacionada à variação no período entre a queda e a coleta dos frutos. Os frutos de maturação precoce permanecem por mais tempo expostos à umidade e aos organismos do solo que os frutos de maturação tardia. A amplitude de variação na época de maturação dos frutos é evidenciada pela necessidade prática do repasse ou recoleta, caso o extrativista não esteja disposto a esperar pela queda de todos os frutos para iniciar a coleta.

Quanto à utilização dos índices de perdas aqui apresentados, cabe ressaltar que os resultados caracterizam uma situação de processamento ideal, onde os frutos foram coletados e abertos no mesmo dia, e as castanhas lavadas, secas e desidratadas na mesma semana da coleta. Na extensa e descentralizada cadeia produtiva da castanha, isso raramente é possível. Em geral as perdas são elevadas devido à lentidão, más condições de armazenamento e dificuldades no transporte entre as múltiplas etapas da descentralizada cadeia produtiva da castanha (DINIZ, 2003).

Atualmente, a principal demanda de pesquisa para a cadeia de processamento da castanha refere-se ao controle da contaminação por aflatoxinas (*Aspergillus flavus*) (EMBRAPA, 2001; 2004). Esta é uma micotoxina letal que, quando detectada pelas barreiras sanitárias dos países importadores, resulta na desvalorização ou na rejeição do produto. Sabe-se que o encurtamento entre as fases de coleta e processamento e a redução da umidade por desidratação logo após a lavagem pode contribuir para evitar a contaminação (ARRUS *et al.*, 2005). Na maioria das vezes os pontos problemáticos da cadeia produtiva da castanha são bem conhecidos e identificados, porém as medidas corretivas são de difícil implementação (DINIZ, 2003).

6 CONCLUSÕES

- 1) Rejeita-se a hipótese de que o longo histórico de coleta intensiva compromete a estrutura populacional dos castanhais explorados.
- 2) A produção de frutos é concentrada em poucos indivíduos da população.
- 3) A produção de frutos apresenta correlação positiva com o diâmetro, forma e posição das copas em relação ao dossel.
- 4) O processo tradicional de separação das castanhas por lavagem em cursos de água é eficiente.

CAPÍTULO 2: A AGRICULTURA ITINERANTE COMO MEIO DE EXPANSÃO E ADENSAMENTO DOS CASTANHAIS

1 INTRODUÇÃO

1.1 A regeneração natural de castanheiras nos cultivos itinerantes

Se a regeneração natural dos castanhais explorados permanece um tema controverso e que ainda divide a opinião de castanheiros e pesquisadores, a abundante regeneração natural de castanheiras observada nas áreas de cultivo itinerante aparenta ser uma constatação unânime, tanto entre os extrativistas quanto entre os estudiosos que já relataram este fenômeno (BOOT e GULLISON, 1995; COTTA *et al.*, 2008; KAINER *et al.*, 1998; MORI e PRANCE, 1990; MULLER e CALZAVARA, 1989; VIANA *et al.*, 1998; WADT *et al.*, 2005). A princípio, a alta densidade de castanheiras nas áreas cultivadas pode ser explicada pela interação de fatores bióticos e abióticos que favorecem tanto a dispersão de sementes quanto o estabelecimento e o crescimento das plântulas nas áreas de cultivo itinerante (COTTA *et al.*, 2008).

A cotia (*Dasyprocta leporina*) é o principal agente dispersor das castanheiras (PERES e BAIDER, 1997), e o mamífero terrestre mais abundante nos castanhais da região deste estudo (CARDOSO e SILVA, 2008). O monitoramento de *D. leporina* por rádio-telemetria revelou que o padrão de movimentação e a área de uso são fortemente associados a (1) árvores com frutos, (2) troncos, árvores caídas ou áreas de emaranhados de ramos/cipós (SILVIUS e FRAGOSO, 2003). Tanto a oferta de alimento quanto troncos caídos e emaranhados de cipós ocorrem regularmente nas áreas de agricultura itinerante.

Os cultivos abandonados são rapidamente colonizados pela vegetação densa das capoeiras no início da sucessão florestal (BROWN e LUGO, 1990; UHL e MAQUIRINO, 1982). As capoeiras normalmente são repletas de troncos ocos que não queimaram por completo e que podem favorecer o estabelecimento das espécies arbóreas ao atrair seus vetores de semente (UHL, 1987). Os troncos também podem ser usados pelas cotias como referências visuais dos locais de depósito de sementes (VANDER WALL, 1990) e certamente são utilizados como refúgios, já que as cotias perseguidas por cães de caça se abrigam principalmente nos troncos ocos (SILVIUS e FRAGOSO, 2003).

A preferência do dispersor da castanheira por locais com vegetação densa e abrigada (SILVIUS e FRAGOSO, 2003), onde possivelmente estaria mais protegido de seus predadores (CINTRA e HORNA, 1997) durante a conspícua tarefa de roer os frutos lenhosos, pode qualificar as capoeiras como um sítio de dispersão preferencial em relação à floresta. Além disso, a cotia é capaz de encontrar e consumir as sementes enterradas por outros indivíduos (PERES *et al.*, 1997), de forma que as sementes e plântulas dispersadas para os micro-habitats que reduzem as chances de re-encontro teriam maior probabilidade de sobrevivência (PEÑA-CLAROS e BOO, 2002).

As áreas de cultivo também atraem as cotias pela oferta de alimentos (BALÉE, 1994). É comum observar marcas características dos dentes incisivos de cotias em abóbora (*Cucurbita* sp), mandioca e macaxeira (*Manihot esculenta*), batata-doce (*Ipomoea batatas*), milho (*Zea mays*) e nas vagens do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) (Apêndice II – Fotos F, G e H). Apesar de ser uma presa valorizada e tradicionalmente consumida, a cotia é razoavelmente resiliente à pressão de caça e raramente é dizimada pelos caçadores, mesmo em áreas com longo histórico de extrativismo e sobrecaça (ROSAS, 2006; RUMIZ e MAGLIANESI, 2001), inclusive onde os caçadores são assistidos por cães (PERES e ROOSMALEN, 2002).

As cotias são consideradas dispersores de curta distância (JORGE e PERES, 2005). Em um experimento de dispersão de sementes de castanheira por cotias, Peres e Baider (1997) observaram uma distância média de transporte de cinco metros, sendo que raramente a dispersão ultrapassou 25 m. Os autores atribuem a ocorrência de plântulas por maiores distâncias à capacidade das cotias em recuperar sementes previamente enterradas na periferia da área de uso de outras cotias, para enterrá-las mais adiante (PERES *et al.*, 1997).

Além de favorecer a dispersão, as áreas de cultivo itinerante podem ser favoráveis ao desenvolvimento das plântulas devido à abertura de clareiras (MYERS *et al.*, 2000), à fertilidade residual dos ciclos de cultivos (KAINER *et al.*, 1998), pela menor acidez do solo ainda sob o efeito alcalinizante das cinzas (GREENLAND, 1975) e pela menor mortalidade por patógenos nos ambientes com maior incidência de luz (AUGSPURGER, 1984). Entre todos os fatores, a disponibilidade de luz é o que mais impacta o crescimento e o desenvolvimento das árvores no sub-bosque (WHITMORE, 1996).

Com relação ao hábito de crescimento, a castanheira pode ser classificada entre as espécies clímax, conforme a classificação binária de Swaine e Whitmore (1988). Suas sementes com grandes reservas nutritivas e plântulas que sobrevivem por algum tempo em condições de pouca luz são adaptações ao ambiente sombreado do sub-bosque (WHITMORE,

1989), mas a espécie depende da abertura de clareiras para continuar seu desenvolvimento (MYERS *et al.*, 2000).

O consenso empírico sobre a maior densidade de regenerações de castanheiras nas áreas de capoeira foi confirmado por Cotta (2007) no estado do Acre. A autora concluiu que a maior incidência de luz foi a variável que melhor explicou a diferença na densidade de regenerações entre as áreas de capoeiras dos cultivos itinerantes e os castanhais silvestres.

Mas se as capoeiras são estágios intermediários na dinâmica alternada de cultivos e pousios, e não eventos estáticos, o efeito dos cultivos itinerantes sobre a regeneração de castanheiras deve considerar também o histórico de uso das capoeiras. Será que não faz diferença se a capoeira foi cultivada apenas uma vez ou se tem sido cultivada por décadas? Esta é uma pergunta crucial, considerando que a espécie apresenta uma característica muito peculiar, que é a sua capacidade de rebrota a partir da raiz (KAINER *et al.*, 1998).

Supondo que a rebrota faculte a sobrevivência das regenerações de castanheira frente à drástica reincidência de corte raso e queima inerentes à agricultura itinerante e, considerando que a cada ciclo de cultivo as condições bióticas e abióticas favoráveis ao estabelecimento de novas castanheiras se repetem, propõe-se a seguinte pergunta: Será que a densidade de regenerações de castanheiras aumenta com o número de ciclos de cultivo da agricultura itinerante?

1.2 A importância da agricultura itinerante para as comunidades extrativistas

É comum culpar a agricultura itinerante ou de corte e queima de ser um dos grandes vilões na devastação da Amazônia, extinção de espécies e do aquecimento global, enquanto o extrativismo de produtos florestais não-madeireiros é frequentemente apresentado como tábua de salvação nas estratégias e projetos que propõem solucionar o dilema entre a conservação e o uso sustentável do bioma. Por outro lado, as mesmas estratégias e projetos de conservação que tem por vitrine o extrativismo, geralmente rejeitam a agricultura itinerante, esquecendo sua importância para as populações extrativistas que, em última análise, garantiram a integridade dos ambientes que propõem conservar.

Há um preconceito que estigmatizou a agricultura itinerante e que prevalece entre a maioria dos gestores públicos e cientistas biológicos (JONG, 1997). Para estes, trata-se de um sistema agrícola simplista, primitivo e insustentável, onde a floresta ou a capoeira são queimadas, cultivadas por um ou dois anos e, logo em seguida abandonadas para

estabelecimento do cultivo em qualquer outro lugar. Nesta perspectiva, os agricultores itinerantes não passam de devoradores de florestas, deixando um rastro de devastação na sua busca insaciável por novas áreas de cultivo (FOX *et al.*, 2000).

Entretanto, tem aumentado o número de pesquisadores que salientam a diferença entre a agricultura itinerante e a agricultura pioneira. Enquanto a agricultura itinerante apresenta exemplos em diversos ecossistemas florestais que testemunham sua capacidade de uso sustentável por séculos, a agricultura pioneira pertence a uma categoria totalmente diferente (MYERS, 2000). Alguns autores preferem o termo agricultura rotacional, evitando a confusão implícita no termo “itinerante” como se o sistema dependesse da apropriação indiscriminada de novas áreas (SUNDERLIN e RESOSUDARMO, 1996).

A agricultura itinerante pode ser definida como qualquer sistema agrícola contínuo em que as áreas permanecem em cultivo por um período mais curto do que o pousio que se segue (CONKLIN, 1961). Na Amazônia, o modelo de agricultura itinerante é praticado há séculos por suas populações tradicionais, indígenas e caboclas, sendo responsável pela formação de parte significativa das florestas que muitos consideram primária (BALÉE, 1993; 1994).

A agricultura itinerante é um distúrbio de baixo impacto, que mimetiza a dinâmica florestal e possibilita a reutilização de uma mesma área por tempo indeterminado (COOMES *et al.*, 2000), desde que os níveis populacionais e a disponibilidade de terras permitam pousios com intervalos suficientes entre as reutilizações (NOTMAN e GORCHOV, 2001). A natureza cíclica ou renovável da agricultura itinerante depende basicamente de longos períodos de pousio para restaurar a fertilidade do solo e acumular a biomassa que serve de fonte de nutrientes para os próximos ciclos de cultivo (FEARNSIDE, 1985).

Por outro lado, o modelo de agricultura e pecuária extensiva ou pioneira, típico da fronteira que avança sobre a Amazônia, ao longo do chamado arco do desflorestamento, não se baseiam na ciclagem de nutrientes ou na recuperação da cobertura florestal por longos intervalos de pousio. Nos solos rasos e intensamente lixiviados da Amazônia, a fertilidade se esgota em poucos anos e este modelo de uso contínuo depende do aporte de insumos externos ou então da incorporação de novas áreas de fronteira. Assim, insustentáveis no tempo, a agricultura e a pecuária extensivas subsistem no espaço pela contínua expansão para novas áreas (FOX *et al.*, 2000).

A floresta Amazônica é derrubada por diversas razões, mas a principal delas é a expansão das grandes e médias propriedades, responsáveis por quase 70% do desmatamento (FEARNSIDE, 2005). As populações extrativistas são antagonistas históricos e uma força de resistência contra a expansão da agricultura e pecuária extensiva na Amazônia

(ALLEGRETTI, 2002). O próprio cenário que culminou com a criação das reservas extrativistas tem origem nos famosos *empates*⁵ ocorridos no Acre na década de 70, entre as populações extrativistas e os latifundiários que se intitulavam donos da floresta e, portanto, no direito de derrubá-la (CUNHA, 1993).

Alguns autores destacam o papel das reservas extrativistas como instrumento efetivo na contenção do desmatamento na Amazônia (ALLEGRETTI, 1992; CUNHA, 1993; FEARNSSIDE, 1989; NEPSTAD *et al.*, 2006), enquanto outros consideram-nas um componente minoritário com papel secundário para a conservação (LESCURE *et al.*, 1994; SALAFSKY *et al.*, 1993), ou rejeitam-nas de todo, como um modelo falho em essência e incapaz de assegurar tanto a manutenção dos recursos extrativos quanto a diversidade biológica ou o bem-estar de suas populações (BROWDER, 1990; ESCOBAL e ALDANA, 2003; HOMMA, 1992).

Nesta linha de pensamento, a conservação na Amazônia só é possível em áreas extensas, intocadas e desabitadas, já que as populações humanas inevitavelmente degradam o ambiente em que vivem (PERES, 2005; PERES e TERBORGH, 1995). Por outro lado, os moradores das reservas extrativistas têm se mostrado atores políticos representativos e uma força atuante na conservação em escala local (ALLEGRETTI, 2002). Ao invés de inimigos da natureza, na Amazônia e outras regiões, os povos das florestas respondem pela contenção do desflorestamento irrestrito e da indústria madeireira em maiores extensões de floresta que as unidades de proteção integral (SWARTZMAN *et al.*, 2000), e a um custo muito mais baixo (DIEGUES *et al.*, 1999; MILLIKAN *et al.*, 2002).

Mas os extrativistas também dependem da agricultura para sua subsistência e renda. Como ocupação exclusiva, o extrativismo só ocorreu em períodos históricos de extrema servidão, quando a decisão de como empregar a força de trabalho não cabia ao extrativista, mas à empresa de aviamento ou ao *patrão* (FILOCREÃO, 2002). Fora estes momentos particulares, a agricultura de subsistência sempre foi uma atividade associada e complementar ao extrativismo.

A renda do extrativismo é importante, mas concentrada em poucos meses do ano (SOUSA, 2006). Mesmo os extrativistas que detêm extensas colocações altamente produtivas não deixam de implantar cultivos anuais, ao menos para o consumo familiar. Trata-se de uma questão de segurança alimentar. Nos anos em que o preço da castanha mal compensa o esforço de coleta, a atividade agrícola é a garantia de que a família não passará fome. Mas o

⁵ Resistência não violenta dos extrativistas à derrubada das florestas para abertura de fazendas.

fato dos extrativistas praticarem a agricultura de subsistência não significa que têm menor interesse pela proteção dos castanhais. O termo “agroextrativistas” será utilizado neste sentido.

Os cultivos itinerantes ocupam pequenas áreas de 2 a 6 *tarefas*⁶ (0,6 a 1,8 ha) e raramente ultrapassam 8 tarefas ou 2,5 ha. Havendo necessidade de desmatar para implantar roça, o produtor evita áreas com as espécies florestais de interesse, e realiza um desmatamento pequeno e seletivo (FILOCREÃO, 2002). Mas, via de regra, a implantação dos roçados é feita preferencialmente nas capoeiras e a incorporação de novas áreas de floresta só ocorre quando não há mais áreas de capoeira disponíveis (KAINER *et al.*, 1998; SOUSA, 2006). Este modelo de produção agrícola permite a manutenção de uma proporção relativamente estável entre áreas cultivadas, capoeiras em pousio e floresta ao longo dos anos (METZGER, 2003) (Figura 12).

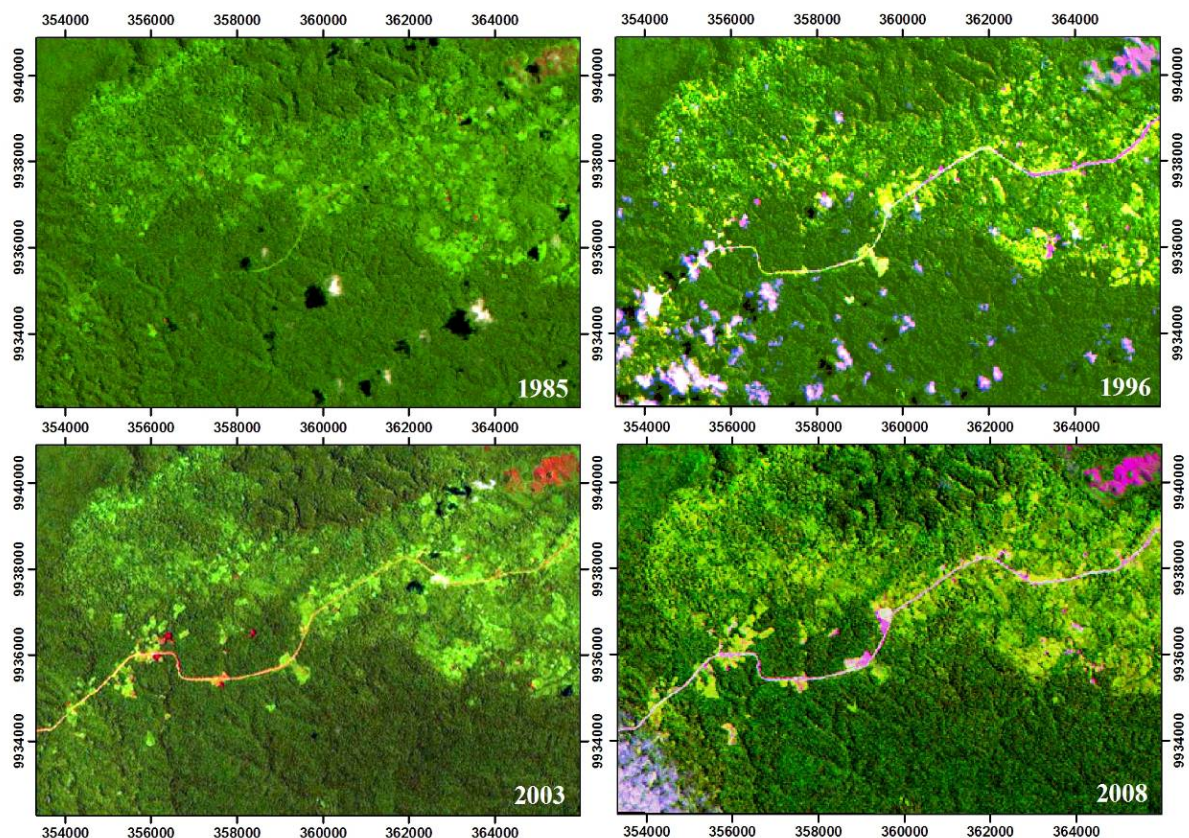


Figura 12 – Alterações na cobertura florestal da paisagem da área de estudo que abrange duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari. Imagens Landsat5 TM RGB 543, UTM 22S, de 1985, 1996, 2003 e 2008. A rodovia BR-156 que corta a área de estudo é visível a partir da imagem de 1996. Como eixo de agregação, as margens da rodovia têm sofrido as maiores transformações, especialmente pela migração interna dos agroextrativistas previamente dispersos em suas colocações.

⁶ Unidade de medida de área que equivale a aproximadamente 0,3 ha.

O ciclo de cultivo itinerante inicia com uma limpeza do sub-bosque retirando-se as árvores mais finas para facilitar o trabalho do corte. A “derruba” é feita principalmente com machados, entre setembro e outubro. Durante o corte, os produtores fazem aceiros para proteger do fogo tanto a floresta do entorno quanto as espécies de interesse, inclusive as castanheiras. A queima é realizada durante o mês de outubro e a atividade é monitorada para que o fogo não se espalhe na floresta. Se a queima não foi adequada, os troncos remanescentes são ajuntados e queimados, deixando a área pronta para o plantio que inicia com a estação das chuvas (FILOCREÃO, 2002).

Os plantios são consórcios de espécies que se complementam no espaço e no tempo. Enquanto as culturas de ciclo curto estão sendo colhidas, as de ciclo médio estão entrando na fase de maturação e as de ciclo longo crescendo. Também é costume plantar espécies de frutíferas perenes junto com a roça. Estas serão as últimas colheitas antes da capoeira retomar os seus domínios. Normalmente os roçados são mantidos por até três anos consecutivos e permanecem em pousio antes de serem cultivados novamente. O pousio mínimo pode variar de 4 a 5 anos (FILOCREÃO, 2002), 10 anos (KAINER *et al.*, 1998) ou 20 anos (SOUSA, 2006).

Como um sistema rotativo, após o período de pousio a área volta a ser cultivada e assim sucessivamente. A atividade agrícola pode ser considerada um distúrbio de curta duração em meio ao mosaico da floresta secundária (CHOKKALINGAM e JONG, 2001) em diferentes estágios de desenvolvimento.

Considerando que os períodos de pousio são mais longos que os períodos em cultivo, o mosaico da paisagem nas áreas agrícolas é predominantemente florestado. A necessidade de abertura de novas áreas de floresta é esporádica e não pode ser comparada com as necessidades da agricultura pioneira. É precisamente devido à continuidade das práticas de agricultura itinerante que o potencial das florestas secundárias em retornar à condição de florestas maduras permanece (FOX *et al.*, 2000).

2 OBJETIVOS

Reconhecendo a agricultura itinerante como parte indissociável da economia das comunidades extrativistas da área de estudo e, com base nas particularidades ecológicas da castanheira, o objetivo deste capítulo foi avaliar o potencial da agricultura itinerante em contribuir com o adensamento e a expansão dos castanhais, buscando determinar os fatores e processos relacionados com a alta densidade de regenerações naturais de castanheira observada nas áreas agrícolas.

Especificamente, foi avaliado se a densidade de regenerações naturais de castanheiras nas áreas agrícolas pode ser determinada (1) pela capacidade da castanheira em rebrotar após os eventos de corte e queima; (2) pelo número de ciclos de cultivo e pousio; (3) pelo histórico de uso das áreas cultivadas; (4) pela distância para as castanheiras matrizes mais próximas do entorno das áreas de cultivo.

Por último, avaliou-se em que medida a densidade de regenerações de castanheira influencia a opção pessoal dos agroextrativistas de preservarem ou não as castanheiras estabelecidas espontaneamente nas capoeiras resultantes do uso agrícola, discutindo as possíveis implicações desta opção para a dinâmica do sistema de agricultura itinerante e para as metas da unidade de conservação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo situa-se na porção noroeste da RESEX Cajari ($0^{\circ}32' S 52^{\circ}19' O$ e $0^{\circ}36' S 52^{\circ}12'' O$) em uma região de extensos castanhais. Compreende áreas de roças, capoeiras e pastos nas imediações de duas comunidades agroextrativistas, as vilas do Marinho e Martins.

A alta densidade de castanheiras presente no entorno destas comunidades despertou curiosidade logo no início da pesquisa. A princípio desconfiou-se tratar de plantios, considerando a proximidade das castanheiras e a relativa homogeneidade no diâmetro dos troncos para indivíduos de um mesmo local. Posteriormente confirmou-se tratar de locais previamente utilizados por cultivos itinerantes, onde, de fato, nenhuma castanheira havia sido plantada.

Para avaliar o que determinou a abundante regeneração natural de castanheiras nestas áreas agrícolas, foram selecionadas locais com diferentes históricos de uso agrícola conhecido e que apresentavam condições adequadas para o inventário das regenerações de castanheiras em todas as classes de tamanho, inclusive plântulas, muitas vezes inconspícuas.

Roças ativas, ou que sofreram intervenção recente, são áreas adequadas por facilitarem a localização de plântulas e rebrotes de castanheiras. Mas quando são abandonadas e colonizadas pela vegetação demasiado densa e emaranhada das capoeiras jovens, tornam o inventário de plântulas impraticável. Só após um longo período de pousio as capoeiras apresentam estratificação florestal definida e um sub-bosque relativamente aberto que novamente permite localização de plântulas e, portanto, também foram incluídas como áreas de estudo.

As pastagens fazem parte do mosaico de usos da paisagem do entorno das comunidades agroextrativistas e também foram consideradas como área de estudo. De acordo com o plano de utilização da RESEX Cajari (IBAMA, 1990), a criação de animais em pastagens cultivadas é permitida até o limite de 50 tarefas ou 15 ha. Nem todos os pastos são destinados ao gado bovino, sendo comum a manutenção de pastos para os animais de carga (muare). Estes representam a principal força de tração durante o transporte da safra da castanha, e uma importante ferramenta de trabalho no dia-a-dia dos agroextrativistas.

Somente uma parte pontual do estudo, relativa a uma avaliação para determinar a distância efetiva de estabelecimento de plântulas de castanheira a partir de matrizes conhecidas, foi realizado fora dos limites da RESEX Cajari. Este estudo foi realizado em uma propriedade rural situada na vila do Carvão, município de Mazagão, região sudeste do estado do Amapá (0°35'06.8" S; 52°14'11.2" O). A área situa-se na transição entre a floresta de terra firme de baixa altitude e a floresta de várzea, e não é parte da região de ocorrência natural da castanheira. Nesta área, algumas castanheiras foram plantadas em 1981, de forma isolada em relação a outras possíveis fontes de propágulos. Para salientar quando a coleta, a análise e os resultados se referem a este experimento, ele é destacado dentro da seção “Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras” como “experimento de dispersão a partir da origem conhecida”.

3.2 Coleta dos dados

3.2.1 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras

O histórico das áreas agrícolas foi obtido por meio de entrevistas com os agroextrativistas. Todos eles moradores da RESEX Cajari, chefes de família e trabalhadores ativos. As entrevistas abordaram aspectos básicos sobre o itinerário e o tempo de uso de cada unidade agrícola amostrada. Na maioria das vezes as entrevistas foram realizadas no próprio local a ser avaliado, mas quando a visita às áreas não ocorreu na companhia do produtor, as informações foram obtidas por meio de observações pessoais e dos informantes que cultivavam nas áreas adjacentes, para posterior confirmação com o responsável direto (Apêndice IV – Ficha de entrevista e coleta de dados).

Antes de cada entrevista, procurou-se esclarecer o objetivo da pesquisa e despertar o interesse dos participantes pelas questões abordadas. Obter a permissão e a colaboração dos entrevistados foi fundamental, não apenas para caracterizar o histórico de uso, mas também para delimitar corretamente o perímetro dos cultivos. Ajuda especialmente necessária no caso de capoeiras muito antigas ou áreas contíguas, porém com históricos de uso distintos.

As informações sobre o histórico de uso foram obtidas em conversas informais que incentivaram os moradores a relatar sobre seus cultivos. Durante as entrevistas, foram inseridas questões norteadoras para conduzir o diálogo (CHIZZOTTI, 2000), buscando informações sobre quando iniciou o cultivo no local, se era mata nativa ou capoeira, quantas

vezes plantou no mesmo lugar e quando foi a última intervenção. Cada entrevistado também foi questionado sobre sua percepção a respeito da regeneração natural de castanheiras nas áreas de cultivo. Se já havia observado este fato, por que imagina que isto ocorre e se pretendia preservar as castanheiras. O plantio de sementes ou mudas de castanheiras é uma atividade incomum que não foi observada durante o estudo. Em todo caso, confirmou-se a ausência de castanheiras plantadas para garantir a avaliação somente de regenerações naturais.

Os agroextrativistas não mantêm registros com datas de plantio, mas são capazes de associar o ano de implantação dos cultivos com acontecimentos pessoais marcantes, como a mudança do local da residência, o nascimento ou casamento de um filho. Momentos políticos e sociais decisivos também são utilizados como referências temporais, como o ano da implantação da RESEX, da abertura da estrada ou o de algum projeto de fomento. Em todos os casos procurou-se confirmar o histórico relatado, comparando as informações entre os entrevistados e também com a sequência disponível de imagens de satélite (Apêndice III).

3.2.2 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras

A busca pelas regenerações de castanheira foi executada por caminhamento sistematizado em faixas, percorrendo toda a superfície das áreas selecionadas, pelo menos uma vez. Em geral, o levantamento foi realizado por duas pessoas, sempre o autor, acompanhado de um assistente da comunidade, hábil na identificação de plântulas de castanheira. Em poucas ocasiões o inventário também contou com a participação voluntária dos responsáveis pelos cultivos. Para facilitar o reconhecimento das plântulas, a largura das faixas de caminhamento variou conforme a vegetação local, sendo mais estreita nas áreas de vegetação mais densa.

Foram avaliadas áreas contemporaneamente ocupadas por roças, pastagens e capoeiras em pousio, todas com histórico agrícola conhecido. Os perímetros dos locais inventariados foram delimitados com aparelhos de posicionamento global (GPS), modelos Garmin 76S e Garmin 60CSx. Ambos são modelos de navegação, porém a recepção dos sensores foi favorecida pela exposição das áreas cultivadas, permitindo registro de pontos com até dois metros de precisão. Nas áreas sob vegetação de porte arbóreo, capoeiras e mata, foi utilizado preferencialmente o GPS de maior sensibilidade (Garmin 60CSx). As castanheiras adultas e produtivas (matrizes) presentes no entorno das áreas inventariadas também foram georreferenciadas.

As coordenadas obtidas em campo (pontos de perímetros, regenerações e matrizes) foram importadas do GPS utilizando o programa *TrackMaker Pro* versão 3.5 para gerar planilhas de texto. As planilhas foram convertidas em *shapes* no programa ESRI *ArcView GIS* versão 3.1 para serem tratadas no Autodesk *AutoCAD Map* versão 4 e no ESRI *ArcMap GIS* versão 9.1. Desta forma, cada regeneração ficou identificada pelo número de sua coordenada GPS. Este registro único vinculou as análises espaciais aos dados de campo em todas as etapas posteriores.

Além de georreferenciadas, as regenerações foram medidas em altura e diâmetro rente ao solo (DAS). No entanto, observou-se que muitas regenerações eram rebrotes de ciclos anteriores de crescimento. Para as castanheiras originadas de rebrotes, foi registrada a altura e o diâmetro da maior brotação viva, o número total de brotações e o DAS dos três maiores brotos vivos.

Sempre que possível, também se registrou o DAS do antigo tronco cortado (ou cepa). Se a cepa do tronco cortado já se encontrava em adiantado estado de decomposição, queimada ou descaracterizada pelo crescimento dos rebrotes subsequentes, seu diâmetro foi anotado como indeterminado. Para rebrotes com troncos múltiplos fundidos pela base, a medida do diâmetro foi realizada acima da linha de fusão (Apêndice II – Foto J).

Nas áreas de capoeiras, roças e pastos, após dois ou mais ciclos de cultivo, é comum encontrar rebrotes em cepas cortadas que testemunham a sobrevivência das castanheiras por um, dois ou até três ciclos sucessivos de corte e queima e pousio (Figura 13). Procurou-se quantificar o número mínimo de eventos de corte e queima sofridos por cada regeneração, medindo o DAS das cepas correspondentes a cada ciclo independente de crescimento (Apêndice II – Fotos I, J e K).

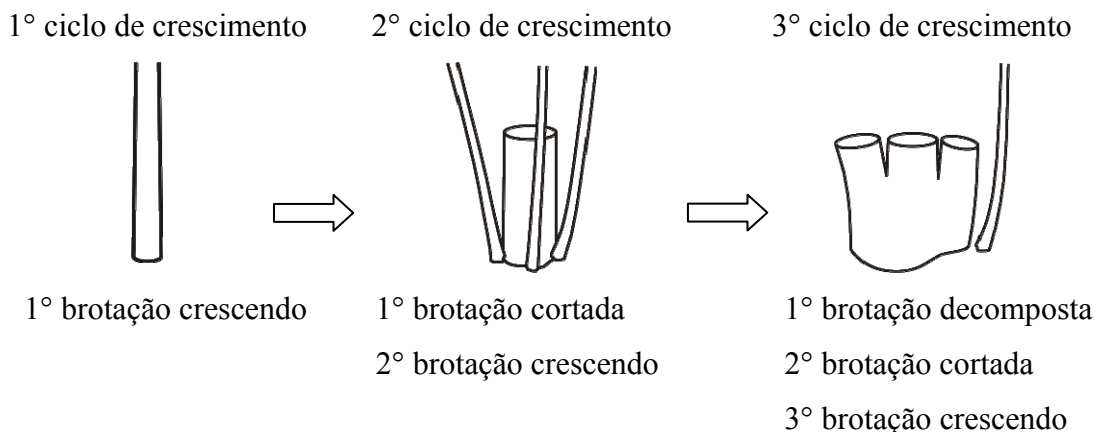


Figura 13 – Desenho ilustrando a sequência típica de corte e rebrote observada nas regenerações de castanheiras estabelecidas naturalmente em áreas de cultivo itinerante.

Castanheiras originadas diretamente da semente (não cortadas) possuem como característica da espécie o tronco reto e único que só se ramifica na altura da copa (BAIDER, 2000; FERNANDES e ALENCAR, 1993; ZUIDEMA, 2003). Mas, antes de assumir plantas de tronco único como sendo de primeiro ciclo de crescimento, considerou-se a possibilidade de serem rebrotos unitários de cepas não aparentes. Para verificar este dado, a base e o solo ao redor do tronco foram cuidadosamente examinados em busca dos indícios de possíveis ciclos anteriores de crescimento. As bases dos troncos originados de rebrotos, mesmo antigos, apresentam cicatrizes, nós e espessamentos no colo, típicos de plantas que sofreram corte raso e rebrotaram (Apêndice II – Fotos L, M e N).

Por meio da observação do solo, também foi possível confirmar se duas castanheiras muito próximas e aparentemente independentes eram na verdade rebrotos do mesmo indivíduo. Nestes casos, a observação do solo entre os rebrotos permite determinar a ocorrência de ciclos anteriores de crescimento nos vestígios da cepa em decomposição, na tonalidade escura da matéria orgânica carbonizada ou na depressão resultante da decomposição das estruturas radiculares (Apêndice II – Fotos O e P). Escavar o solo também foi útil para distinguir entre plântulas ainda com sementes e pequenos rebrotos com cepas enterradas (Apêndice II – Foto Q)

A castanheira impressiona por sua capacidade de rebrota. Todavia, é provável que nem todas as regenerações que se estabelecem nas áreas cultivadas sobrevivam à drástica reincidência de corte raso e fogo. O método proposto é limitado e não detecta a mortalidade decorrente dos eventos de corte-queima, ou por qualquer outro fator. Castanheiras completamente carbonizadas ou cepas enterradas que não rebrotaram, não foram detectadas.

Ainda assim, foi possível identificar algumas castanheiras mortas, ou aparentemente mortas, com base apenas nas características do tronco. Este foi o caso para as castanheiras de porte adulto ou juvenis queimadas em pé. As castanheiras mortas foram medidas da mesma forma que as demais, sendo que a sua altura viva foi igual a zero.

3.2.3 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras

Para avaliar a densidade de regenerações em relação à proximidade das matrizes, as castanheiras adultas e produtivas mais próximas do entorno de cada unidade amostral também foram georreferenciadas. Ainda que a castanheira seja uma espécie longeva (CAMARGO *et al.*, 1994), uma matriz que tenha fornecido propágulos durante muitos anos poderia ter

tombado antes da coleta dos dados. Para minimizar esta fonte de erro os entrevistados foram consultados sobre eventos de quedas. A morte de uma castanheira adulta e produtiva é um fato relevante e digno de nota para os agroextrativistas. A partir das indicações dos moradores, a base dos troncos de matrizes caídas também foram georreferenciadas.

Outra possível fonte de erro seria o registro de castanheiras não produtivas como matrizes. Algumas castanheiras adultas e aparentemente sadias raramente ou nunca produzem frutos (KAINER *et al.*, 2007). Foi possível excluir a interferência de adultas não produtivas a partir da informação dos moradores e também pela observação direta de suas copas. O período de 14 a 15 meses (MAUÉS, 2002; MORITZ, 1984) necessário para maturação dos frutos, permite verificar a presença ou ausência de frutos ao longo de todo ano, independente da fase do ciclo reprodutivo (BAIDER, 2000). A observação dos frutos foi útil também para distinguir entre castanheiras jovens e adultas. Se nenhuma castanheira adulta e produtiva foi encontrada dentro ou no entorno imediato das áreas amostradas, o raio de busca foi ampliado sucessivamente, até incluir pelo menos uma castanheira matriz, ainda que distante.

Além da distância das matrizes, a dispersão dos frutos/sementes pode depender do tipo e da densidade da cobertura florestal. Para incluir esta variável na análise, a borda do entorno das áreas amostradas foi classificada de acordo com a densidade da cobertura vegetal e a presença de possíveis impedimentos ao trânsito do dispersor natural. Adotou-se um índice proporcional à cobertura florestal, variando do maior ao menor grau de cobertura. Foi atribuído o maior valor para bordas de florestas primárias (3) decrescendo para capoeiras e roças (2), pastos (1) e igarapés, várzeas e a rodovia BR-156 (0). Por exemplo: em uma área retangular com faces para a floresta, capoeira, pasto e igarapé, respectivamente, seu índice de borda foi calculado como a média da soma dos pesos: $IB = (3+2+1+0) \div 4 = 1,5$.

$$IB = \frac{\sum_n^i Bi}{n}$$

O experimento para determinar a distância de dispersão a partir do centro de origem conhecida, foi realizado fora dos limites da RESEX Cajari, onde a espécie não ocorre naturalmente. Deste modo, excluiu-se a possibilidade de interferência de outras fontes de propágulos além das matrizes consideradas. Segundo o proprietário, as castanheiras foram introduzidas no ano de 1981, em meio à roça existente na época. O plantio foi feito em cova adubada, no espaçamento de 10 m x 10 m em duas linhas paralelas. Nos três anos seguintes a vegetação no entorno das castanheiras foi mantida capinada em benefício das mudas que,

desde então, cresceram junto com a capoeira inalterada. Das 11 mudas plantadas, seis se desenvolveram e tornaram-se jovens reprodutivas (DAP médio=56,1 ± 6 cm em 2008). Segundo o proprietário, a produção de frutos iniciou em 1990, nove anos após o plantio.

Estudos de dispersão de sementes geralmente convencionam o tronco das árvores como ponto de origem, já que a chuva de sementes/frutos é aleatória sob da projeção da copa (WILLSON e TRAVESET, 2000). Neste experimento, convencionou-se o ponto de origem como o centro geométrico entre as seis matrizes agrupadas, como se as copas sobrepostas das jovens matrizes representassem um único indivíduo de grande porte (Figura 14).

Foram empregados dois métodos de busca para o inventário das regenerações naturais de castanheira nesta área de capoeira, em transectos e em área total. Os transectos consistiram de quatro faixas de caminhada, paralelas, com cinco metros de largura cada, totalizando uma faixa contínua de 20 metros de largura, com extensão de 100 m para cada lado da linha média entre as matrizes. A distância em relação ao ponto de origem das regenerações encontradas ao longo dos transectos foi medida com trena. A área amostrada em transectos totalizou 0,4 ha. Contudo, este método resultou em um baixo número de registros (n=13), motivo pelo qual a amostragem foi ampliada para a área total circunscrita ao raio de 100 m a partir do ponto de origem.

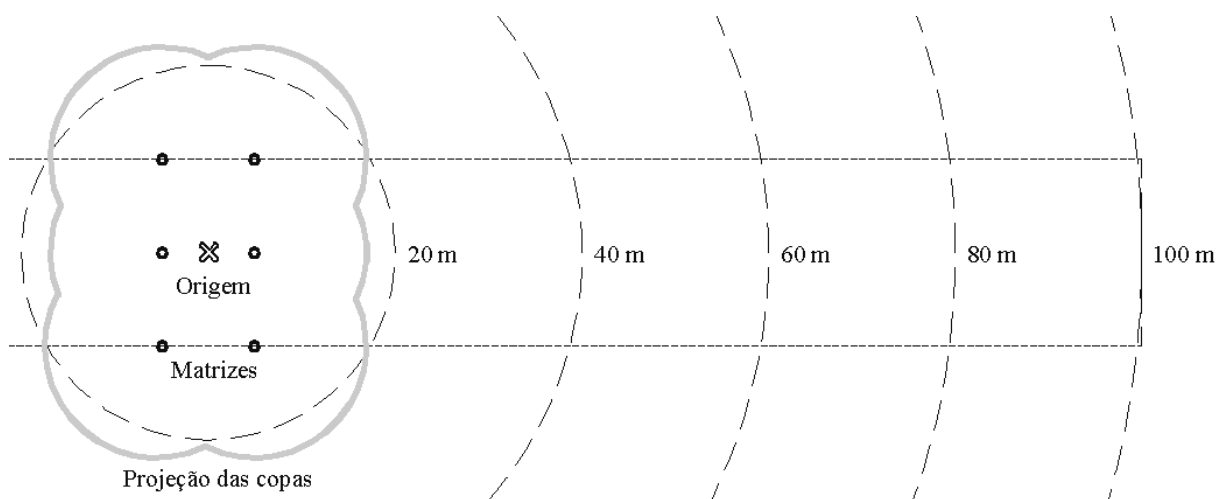


Figura 14 – Experimento de dispersão realizado fora da região de ocorrência natural da castanheira no município de Mazagão, Amapá. A representação parcial indica a localização do ponto de origem, a disposição das seis matrizes agrupadas e a projeção aproximada de suas copas. A faixa retangular corresponde à área amostrada em transectos e os círculos concêntricos, os limites de cada classe de distância no inventário em área total.

Na área ampliada não foi possível esticar a trena para medir todas as distâncias. A capoeira é uma vegetação com muitas árvores de troncos finos que dificultam alinhamentos

radiais da trena. Adotou-se uma medida indireta, marcando a posição das regenerações e do ponto de origem com aparelho GPS. O ideal seria contar com um modelo de GPS diferencial que corrige a imprecisão dos modelos navegadores. Mas com o equipamento de baixo custo disponível, utilizou-se um artifício para melhorar a precisão do ponto definido como a origem, obtido pela média de 50 leituras consecutivas (MALDONADO e D'ARCO, 2003).

3.2.4 A opção de proteger as regenerações de castanheiras

Os agroextrativistas reconhecem e são capazes de adotar medidas para proteger as regenerações de castanheiras. Uma das formas de proteção é quando os moradores optam por preservar determinadas capoeiras com alta densidade de castanheiras, excluindo-as do itinerário de alternância dos ciclos de cultivo e pousio. As áreas de capoeira foram classificadas como protegidas ou não protegidas da implantação de novos cultivos, de acordo com a informação dos entrevistados.

Outra estratégia de proteção é quando modificam a forma e o tamanho das áreas a serem cultivadas para evitar o corte de algumas das regenerações presentes na capoeira definida para ser convertida em cultivo. A área é cortada e queimada do mesmo modo, mas partes são preservadas e algumas regenerações são poupadas, em geral no entorno das áreas. As regenerações presentes no perímetro imediato das áreas amostradas foram medidas, georreferenciadas e consideradas nas análises da mesma forma que as demais.

3.3 **Análise dos dados**

3.3.1 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras

O histórico de uso das áreas de cultivo, obtidos nas entrevistas, foi confirmado pela sobreposição dos polígonos das áreas amostradas (*shape*) em uma sequência temporal de imagens do satélite *Landsat5*, cena 226/060. Utilizou-se a maior amplitude temporal de imagens disponíveis gratuitamente (INPE, 2007), com o mínimo de nuvens cobrindo a área de estudo. Este fator é um sério limitante nesta região que apresenta cobertura anual de nuvens acima de 50% (IBAMA, 1997). As imagens utilizadas foram as de 1985, 1991, 1996, 1997, 1998, 1999/2000, 2003, 2004, 2007 e 2008.

As imagens foram registradas para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 22S, datum SAD69. A imagem mais recente foi corrigida com base em pontos de controle de campo e as demais imagens foram ajustadas com relação àquela, a partir das feições de relevo. A correção das imagens foi feita no programa *ENVI* versão 4.3, com adição de pontos de controle até reduzir o erro *RMS* para menos de 1 *pixel* (*ENVI*, sem data).

Pastagens e roças ativas representam basicamente o solo exposto que se destaca nas imagens como as manchas de maior contraste (*METZGER*, 2002). Roças abandonadas e capoeiras em estádios iniciais de sucessão também podem ser diferenciadas, mas seu contraste tende a diminuir com o aumento da idade da capoeira, até se igualar à resposta da floresta madura (*SKOLE et al.*, 1999). As ferramentas e os modelos baseados em sensoriamento remoto evoluem continuamente, mas ainda são limitados para detecção dos estádios intermediários da sucessão florestal (*TURNER et al.*, 2001). Como o objetivo foi apenas identificar os eventos de corte e queima, a análise se baseou nas manchas de maior contraste.

Com relação ao histórico de uso, as áreas foram classificadas em três categorias: uso apenas por pastagem, apenas por cultivo itinerante e de histórico de uso misto, este se referindo às pastagens implantadas em áreas previamente utilizadas por cultivos itinerantes.

3.3.2 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras

Os agroextrativistas descrevem com segurança sobre o histórico de uso de suas áreas para o último, penúltimo e antepenúltimo ciclo de cultivo. As informações que retrocedem além do terceiro ciclo podem ser vagas — “meu avô já botava roça aí” — ou divergentes. Por este motivo, a avaliação da densidade de castanheiras em relação ao número de ciclos de cultivo foi limitada para apenas três categorias: 1, 2 e 3 ou mais ciclos de cultivo.

Para as pastagens e roças ativas, o número de ciclos de cultivo teve de ser substituído pelo número de ciclos de pousio. As pastagens são queimadas anualmente ou, no máximo, a cada dois ou três anos. Se a densidade de castanheiras está relacionada com a frequência de corte e queima, então a densidade nas áreas de pastagem seria muito superior à das áreas de cultivo itinerante, só renovadas após anos ou décadas de pousio. No entanto, as pastagens podem ser entendidas como intervenções crônicas (*UHL et al.*, 1988), que nunca recuperam a cobertura vegetal adequada à atividade do dispersor natural, ou seja, com um número de intervalos de pousio igual a zero. Já nas áreas de roça ativa, o número de intervalos de pousio é igual ao número de ciclos de cultivo menos um (o último). Substituindo o número de ciclos

de cultivo pelo número de ciclos de pousio, como uma variável mais exata, foram avaliadas nove áreas de primeiro ciclo de cultivo, abertas em floresta primária (zero pousio); nove áreas de segundo ciclo, cultivadas após o pousio da primeira intervenção de corte e queima (um pousio); e 22 áreas cultivadas após três ou mais ciclos de corte-queima (dois ou mais pousios).

Como as áreas amostradas variavam em tamanho e forma, converteu-se o número de regenerações em densidade de regenerações por hectare. A superfície das áreas foi calculada a partir do polígono de pontos de GPS dos limites das áreas pelo programa *AutoCAD Map*. Os polígonos foram exportados como *shape* para o *ArcGIS* e sobrepostos à sequência de imagens de satélite, para confirmar as informações sobre o histórico de uso.

3.3.3 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras

Com os pontos de GPS das regenerações e das matrizes convertidos em *shapes*, a distância de cada regeneração para sua matriz mais próxima foi obtida diretamente pela ferramenta de análise espacial “Near” do *ArcGIS* (Figura 15 a).

O valor da contribuição das fontes de propágulos para as áreas como um todo, depende da extensão da superfície, do número e da distância para cada matriz em seu entorno. Este valor foi calculado obtendo-se um gradiente de distância euclidiana a partir das matrizes em classes de cinco metros (*ArcGIS Spatial analyst tool*). A *layer* dos polígonos foi sobreposta como máscara de corte ao *raster* classes de distância, gerando um novo *raster* dentro dos limites de cada polígono. Cada *raster* totalizou o número de *pixels* de 5 m² equivalente à superfície do polígono correspondente. A distância do polígono para as matrizes do entorno foi então calculada pela média dos valores de distância para cada um dos *pixels* inscritos. Este valor é proporcional à superfície do polígono e permitiu a comparação direta entre as áreas amostradas, independente do seu tamanho (Figura 15 b).

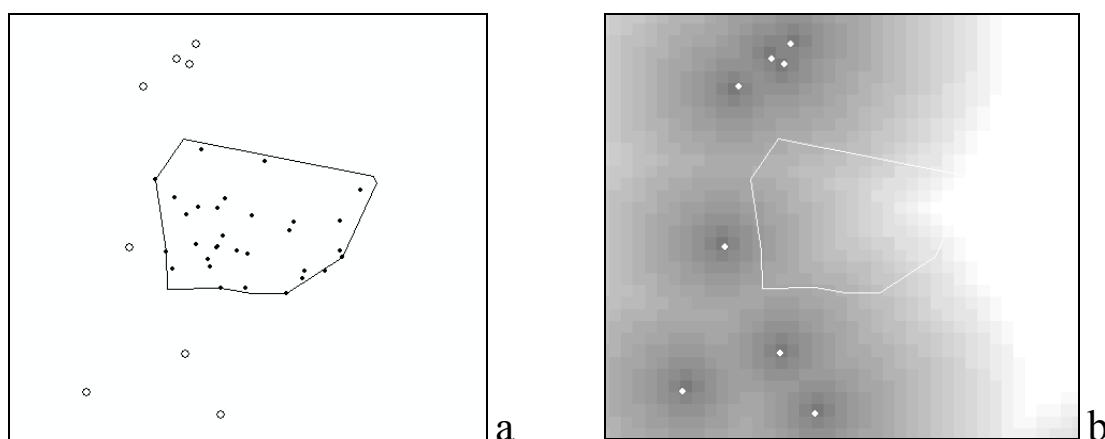


Figura 15 – Representação do método para a determinação da distância das matrizes (círculos abertos) para (a) as regenerações individuais (círculos preenchidos) e (b) polígonos das áreas, por meio de cálculos vetoriais. *Pixels* com o mesmo tom de cinza representam o mesmo valor de distância para a matriz mais próxima, a média dos valores representa o potencial do polígono em receber propágulos.

3.3.4 A opção de proteger as regenerações de castanheiras

A opção dos agroextrativistas em proteger as regenerações de castanheira foi analisada com base em dois critérios. O primeiro considerou os cultivos como unidade amostral e, portanto, refere-se às áreas que os entrevistados declararam ter interesse em não mais cultivar para preservar as regenerações de castanheira já estabelecidas.

O segundo critério considerou cada regeneração individual como unidade amostral. Neste caso, a unidade amostral não é a área como um todo, mas as regenerações de castanheiras, cortadas ou deliberadamente poupadas, mesmo que a área como um todo volte a ser cultivada. Se de fato existe um manejo para isolar castanheiras no entorno dos cultivos, então a altura e o diâmetro das regenerações localizadas no perímetro das áreas devem ser em média superiores ao das regenerações encontradas dentro das áreas, como consequência do tratamento diferenciado que receberam durante o último ciclo de corte e queima.

Para testar esta hipótese, cada área foi dividida em duas regiões: o perímetro e o lado de dentro. O perímetro foi considerado como uma faixa de cinco metros (*buffer*) para o interior do polígono das áreas, de modo a abranger a deriva dos pontos georreferenciados (~5m). A amplitude de cinco metros pode ter incluído várias castanheiras efetivamente cortadas e queimadas. Mas o erro em considerar regenerações cortadas como protegidas, apenas subestima a diferença entre as médias que, sendo significativas, de fato só podem ser ainda maiores (Figura 16).

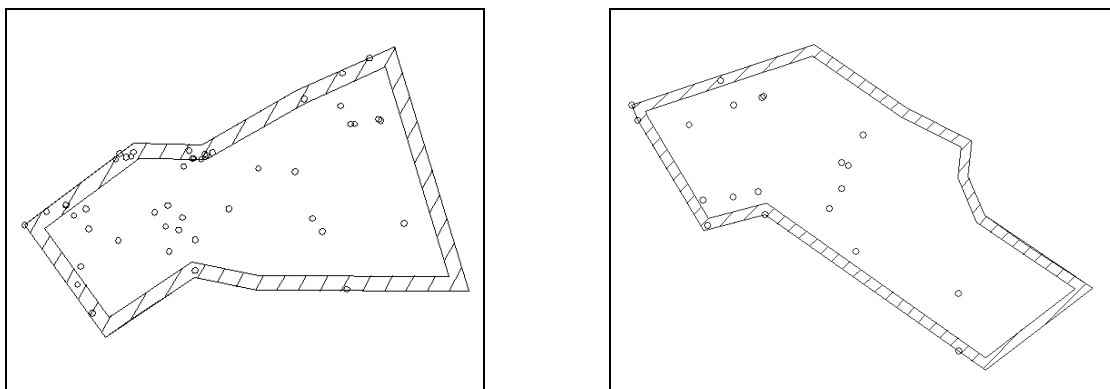


Figura 16 – Desenho ilustrando a classificação das regenerações naturais de castanheira quanto a sua localização dentro ou no perímetro das áreas de roça ou pastagem. Os círculos representam as regenerações e a área hachurada o *buffer* de 5 m para dentro dos limites do perímetro.

3.3.5 Análises estatísticas

Foi utilizada a análise de componentes principais (PCA) como técnica exploratória para ordenar as variáveis associadas com a densidade de regenerações de castanheiras por área de cultivo (n=40). A PCA decompõe a tabela de dados correlacionados em um novo arranjo de variáveis não correlacionadas, chamadas de componentes principais, fatores, autovalores ou vetores singulares, dependendo do contexto. A cada unidade é atribuído um conjunto de valores que correspondem à sua projeção sobre os componentes. A importância de cada componente é expressa pela variância de sua projeção ou pela proporção da variância explicada. Neste contexto, a PCA é interpretada como uma decomposição ortogonal da variância, também chamada inércia da tabela de dados (ABDI, 2003).

As variáveis consideradas na PCA foram: (1) densidade de regenerações, (2) uso atual, (3) histórico de uso, (4) tamanho da área, (5) número de ciclos de pousio, (6) valor de distância para as matrizes mais próximas, (7) índice de borda e (8) tempo em anos desde a última intervenção.

Após a interpretação dos componentes principais associados à variável de maior interesse (densidade de regenerações), foram realizadas análises univariadas para quantificar as relações destacadas ou apresentadas estatísticas descritivas. A diferença entre as médias da densidade de regenerações de castanheira em função das variáveis categóricas “histórico de uso” (3 níveis) e “número de ciclos de pousio” (3 níveis) foram comparadas pela ANOVA unifatorial. A opção pessoal dos agroextrativistas em preservar as capoeiras em função da densidade de regenerações foi avaliada pelo teste T.

Uma segunda PCA foi utilizada para ordenar os atributos associados às regenerações individuais (n=375). As variáveis avaliadas foram: (1) número de vezes que a regeneração foi cortada e rebrotou; (2) número de brotos emitidos, (3) diâmetro, (4) altura da maior brotação viva, (5) distância para a matriz mais próxima, (6) uso atual, (7) histórico de uso, (8) número de ciclos de pousio, (9) intervalo em anos desde a última intervenção no local e (10) se a regeneração foi deliberadamente poupada de corte.

A capacidade de rebrota das castanheiras foi avaliada pela razão entre a frequência de regenerações cortadas e não cortadas. Comparou-se por meio da ANOVA o número de brotos que cada regeneração emitiu com o número mínimo de vezes que a planta sofreu corte e queima e rebrotou.

A capacidade de desbrota foi avaliada pelo teste T, comparando o número de brotações nas castanheiras das áreas de cultivo ativo ou recente (pastagens e roças) com o número de brotações das castanheiras presentes nas capoeiras com mais de dez anos em pousio.

A hipótese de que os agroextrativistas são capazes de poupar algumas regenerações de castanheiras, mesmo nas capoeiras que optaram por replantar, foi testada pela diferença de altura e diâmetro entre as regenerações de castanheiras situadas dentro ou no perímetro das áreas de roça e pastagens (teste T).

A relação entre a distância das regenerações e a origem das sementes no experimento realizado fora da área de ocorrência natural da espécie foi avaliada por meio de histogramas de distribuição da frequência e densidade em classes de distância de 20 m a partir da origem. Classes de distância também de 20 m de amplitude foram utilizadas para avaliar a dispersão de regenerações de castanheira em relação às matrizes próximas das áreas agrícolas.

Nos testes estatísticos, a probabilidade associada ao erro de se rejeitar a hipótese H_0 , representada pelo valor de p (“p value”) determinou a significância das análises. Quando necessário, procedeu-se a transformação logarítmica das variáveis ($x = \text{Log}_{10}x$), para atender a pressuposição de homogeneidade das variâncias. Nos gráficos, os intervalos de confiança foram construídos em torno das médias com 95% de certeza. Todas as análises foram realizadas no programa *Statistica* versão 6 (STATSOFT, 2001).

4 RESULTADOS

O inventário da regeneração natural de castanheiras nas áreas cultivadas totalizou 34,2 ha distribuídos em 40 unidades amostrais, sendo 7,18 ha contemporaneamente ocupados por roças (n=19), 4,71 ha ocupados por capoeiras e em pousio (n=8) e 22,31 ha ocupados por pastos (n=13). Ao todo foram localizadas 375 regenerações de castanheiras, incluindo plântulas, varetas e jovens.

Nas áreas de capoeira, a densidade média de regenerações foi de 26,10 ind.ha⁻¹. O número de regenerações que não sofreram corte (n=39) aproximou-se do número de castanheiras cortadas que rebrotaram (n=48). A altura média das regenerações foi de 1.158 cm (n=123) e o diâmetro médio 19 cm.

Nas áreas de roça, a densidade média de regenerações foi de 19,35 ind.ha⁻¹. A proporção entre as regenerações não cortadas (n=34) e cortadas que rebrotaram (n=105) foi de 1:3. A altura média das regenerações em roças, foi de 288 cm (n=139), com diâmetro médio de 6 cm.

Nas áreas de pasto, a densidade média de regenerações foi de 5,06 ind.ha⁻¹. Porém, considerando o histórico de uso, a densidade média nas áreas que sempre foram pasto, desde a conversão da floresta (1,09 ind.ha⁻¹; n=6; 13,94 ha), foi menor que a densidade de regenerações das áreas que foram convertidas em pastagens após seu uso anterior por cultivos itinerantes (16,77 ind.ha⁻¹; n=7; 8,37 ha). Nas pastagens, a proporção entre as regenerações não cortadas (n=7) e cortadas que rebrotaram (n=106) foi de 1:15 (1:16 em pastagens com histórico de uso misto). A altura média das regenerações em pastagens foi de 326 cm (n=113), com diâmetro médio de 7 cm. Não foram observados indícios de herbivoria nas folhas das castanheiras ao alcance do gado.

Na PCA que considerou as oito variáveis associadas aos ambientes de cultivo, os dois componentes principais explicaram 60% do total da estrutura da correlação existente (40% no primeiro e 20% no segundo eixo). Tanto o primeiro quanto o segundo eixo isolaram a densidade de regenerações (Densidade) juntamente com o número de ciclos de pousio (Ciclos) e com o histórico de uso (Figura 17).

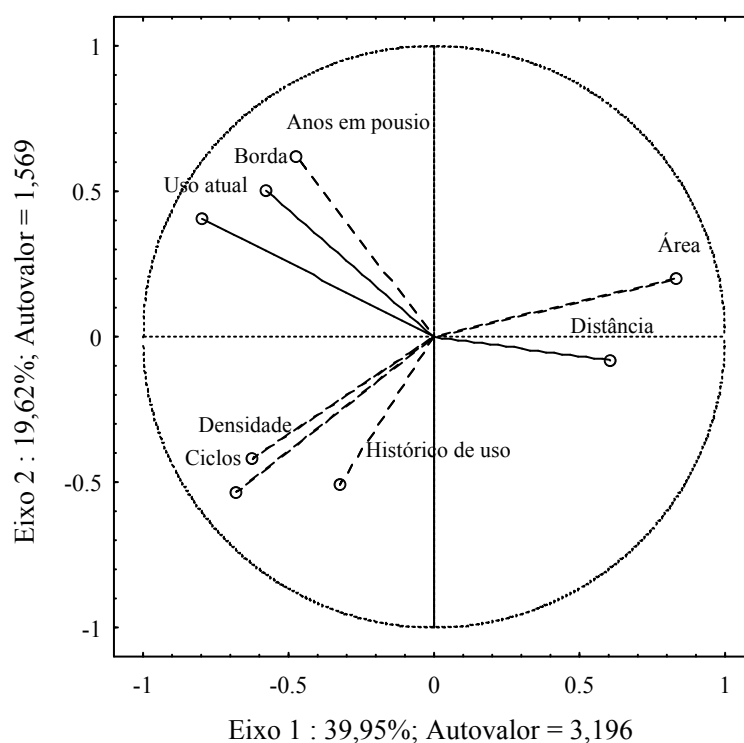


Figura 17 – Análise de componentes principais (PCA) entre as variáveis associadas com a densidade de regenerações de castanheira em 40 áreas agrícolas com diferentes históricos e intensidades de uso, distâncias para castanheiras matrizes, tipos de vegetação no entorno e números de anos desde a última intervenção de cultivo, nas imediações de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, AP.

4.1 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras

A análise de variância da densidade de regenerações de castanheiras em função do histórico de uso mostrou diferença significativa entre as médias ($F=3,703$; $p=0,034$). Áreas com histórico de uso somente por cultivos itinerantes ($n=27$; 11,90 ha) apresentaram densidade média de regenerações de castanheira significativamente superior às áreas utilizadas somente por pastagem ($n=6$; 13,94 ha). Áreas de uso misto ($n=7$; 8,37 ha), ou seja, de pastagens implantadas após cultivos itinerantes, também apresentaram densidade média de regenerações de castanheira significativamente superior às áreas com histórico de uso somente por pastagem. Entretanto, não houve diferença significativa entre a densidade de castanheiras nas áreas utilizadas exclusivamente por cultivos itinerantes e nas áreas com histórico de uso misto. Apesar da diferença entre as médias, os intervalos de confiança não foram mutuamente excludentes (Figura 18).

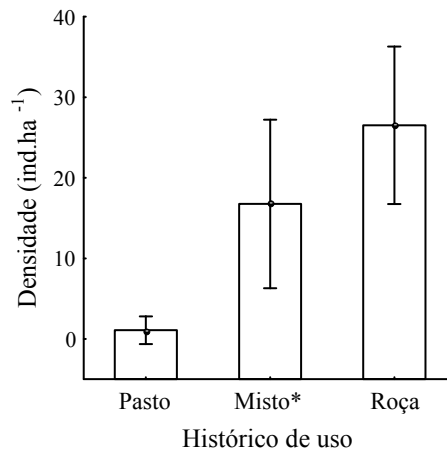


Figura 18 – Valores médios da densidade de regenerações de castanheira em função do histórico de uso, em áreas agrícolas de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, Amapá. * Uso misto se refere aos pastos implantados após uso da área por roça.

4.2 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras

Em todos os casos os agroextrativistas foram capazes de distinguir entre áreas de um, dois e três ou mais ciclos de cultivo. Além disso, a sequência de imagens de satélite também foi adequada para confirmar o número de intervenções limitado a estas três categorias.

A densidade de regenerações de castanheira aumentou conforme o número de ciclos de pousio entre as intervenções de corte e queima. Houve diferença significativa na densidade média de regenerações de castanheira das áreas sem histórico de pousio em relação às áreas com um único ciclo de pousio, e destas para as que tiveram dois ou mais ciclos de pousio ($F=48,768$; $p<0,001$) (Figura 19).

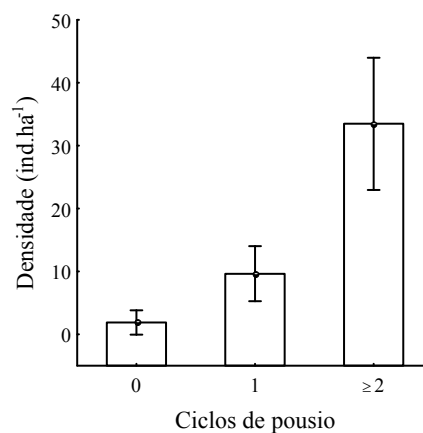


Figura 19 – Valores médios da densidade de regenerações de castanheira em função do número de ciclos de pousio em áreas de agrícolas de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari.

4.3 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras

Na análise da distribuição das regenerações de castanheira em relação à distância das matrizes, assumindo a castanheira mais próxima como a matriz de origem, a distância média entre as regenerações (n=375) e as matrizes (n=74) foi de 70 m, com uma amplitude de variação entre 6 m e 227 m. A distribuição da frequência de regenerações por classes de distância mostrou que 76% (n=284) das regenerações foram localizadas entre 20 m e 100 m. Na primeira classe mais próxima das matrizes (0 a 20 m), foram registradas 5% dos indivíduos. A maior frequência de regenerações foi registrada na classe de 40 a 60 m (22%) e a maior distância entre uma regeneração e sua matriz mais próxima foi de 227 m (Figura 20).

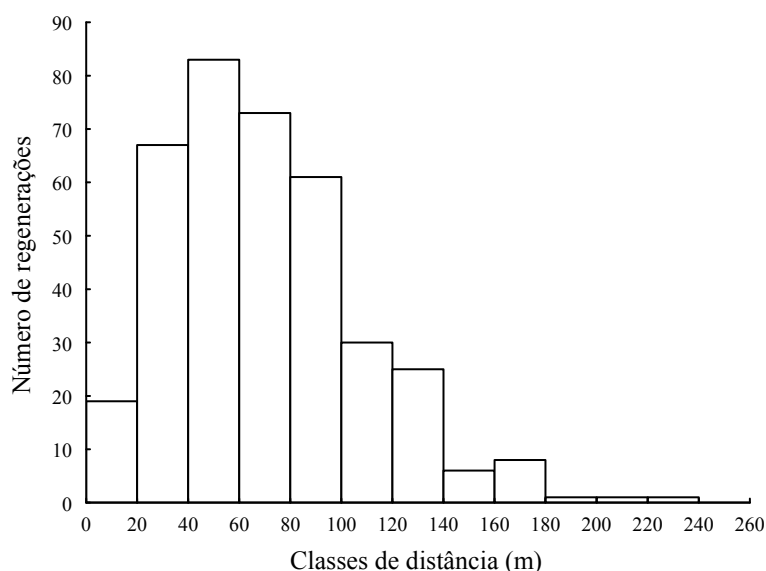


Figura 20 – Gráfico da frequência de regenerações de castanheira por classes de distância para a castanheira adulta e produtiva mais próxima, em capoeiras, pastos e roças de duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, Amapá.

Com relação à distância de dispersão a partir da origem conhecida, no experimento implantado fora da área de ocorrência natural da espécie, foram registradas 85 plântulas e varetas de castanheiras em uma área de 3,14 ha ($\pi.R^2$), o que equivale a uma densidade de 27 ind.ha⁻¹. Sob a projeção das copas foram localizadas apenas cinco plântulas. Nas seguintes classes de distância, o número de regenerações foi de 16 (20-40 m), 21 (40-60 m), 34 (60-80 m) e 9 (80-100 m). A distância média de dispersão foi de 57,5 m e a regeneração mais afastada foi encontrada a 242 m do ponto de origem. A regeneração mais afastada não foi incluída no cálculo da densidade estimada e nem participou da distribuição em classes de distância, circunscrita aos indivíduos dentro do raio de 100 m a partir do ponto de origem, conforme a metodologia.

A frequência de plântulas e varetas aumentou com a distância para as castanheiras matrizes até a classe de 60-80 m, e a partir de então, decresceu abruptamente. A densidade calculada para cada secção circular nos intervalos entre as classes de distância foi relativamente constante até a classe de 60 a 80 m, quando também decresceu abruptamente (Tabela 4; Figura 21).

Tabela 4 - Frequência e densidade de regenerações de castanheira por classe de distância para o centro de um agrupamento de seis castanheiras matrizes plantadas em área de capoeira, fora da região de ocorrência natural da espécie no município de Mazagão, Amapá.

Classes de distância (m)	Frequência	Área (m ²)	Densidade (ind.ha ⁻¹)
0 a 20	5	1255	39,78
20 a 40	16	3769	45,10
40 a 60	21	6284	33,42
60 a 80	34	8796	38,45
80 a 100	9	11310	7,07

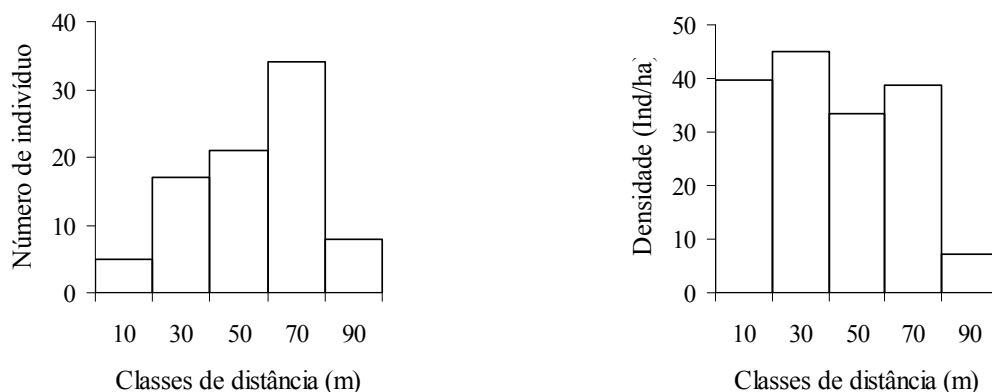


Figura 21 – Gráfico da frequência e densidade de regenerações de castanheira por classe de distância para o centro de um agrupamento de seis castanheiras matrizes plantadas em área de capoeira fora da região de ocorrência natural da espécie, no município de Mazagão, Amapá.

Durante a coleta dos dados do experimento de dispersão a partir da origem conhecida, foram localizadas seis plântulas desenraizadas, possivelmente predadas por cotias. As plântulas foram encontradas sob a projeção das copas das castanheiras, desprovidas de suas reservas nutritivas (amêndoa), tombadas sobre o solo e a menos de dois metros umas das outras. Cinco das seis plântulas ainda estavam túrgidas, o que permitiu sua identificação. Próximo ao local foi observado a presença de cascas de frutos parcialmente decompostos. As plântulas desenraizadas não foram consideradas nos cálculos de densidade ou frequência.

Também foi registrada a emergência de uma castanheira diretamente através da abertura do opérculo de um fruto intacto. Para monitorar seu crescimento, a plântula foi

transplantada para um vaso, sem modificar sua situação dentro do fruto. A plântula sobreviveu, emitiu raízes e atingiu cerca de um metro de altura aos dois anos de idade, quando então foi transplantada para o solo (Apêndice II – Fotos B e C).

4.4 A opção de proteger as regenerações de castanheiras

Das 40 áreas amostradas 12 foram declaradas pelos entrevistados como locais a serem protegidos da implantação de novos cultivos ou que seriam convertidos em sítios⁷ após a colheita do atual ciclo. A decisão dos agroextrativistas em não mais implantar cultivos para proteger as castanheiras apresentou uma associação positiva e significativa com a densidade de regenerações de castanheiras ($T=5,570$; $p<0,001$) (Figura 22).

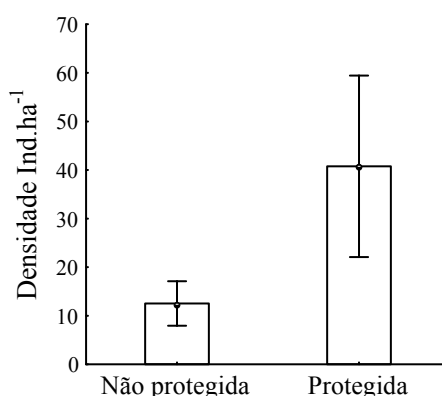


Figura 22 – Decisão dos agroextrativistas em proteger ou não áreas de capoeira da implantação de novos cultivos com relação à densidade de regenerações de castanheira.

No resultado da PCA considerando as regenerações como unidade amostral, o primeiro eixo destacou a relação entre as regenerações poupadas de corte com o histórico de uso e o tipo de uso atual, o número de anos desde a última intervenção (anos em pousio), a altura e o diâmetro (Figura 23).

⁷ Áreas com culturas perenes, em geral frutíferas. O termo também é usado localmente para denominar as capoeiras protegidas por sua densidade de regenerações de castanheira.

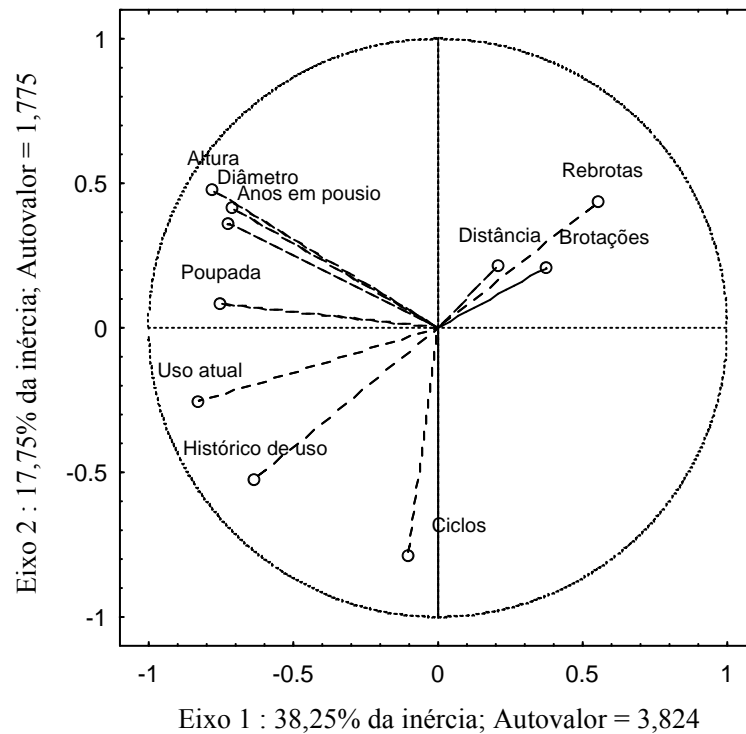


Figura 23 – Análise dos componentes principais (PCA) entre as variáveis quantitativas e qualitativas associadas a cada regeneração de castanheira (n=375) amostradas em 40 áreas com diferentes históricos de uso agrícola em duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari, AP.

A hipótese de que os agroextrativistas reconhecem e são capazes de poupar pelo menos parte das regenerações de castanheiras da capoeira a ser cultivada, preservando-as no seu entorno, foi confirmada. Observou-se uma diferença significativa nas médias de altura ($T=2,689$; $p=0,007$) e diâmetro ($T=3,965$; $p<0,001$) entre as regenerações de castanheira localizadas dentro ou no perímetro das áreas (Figura 24).

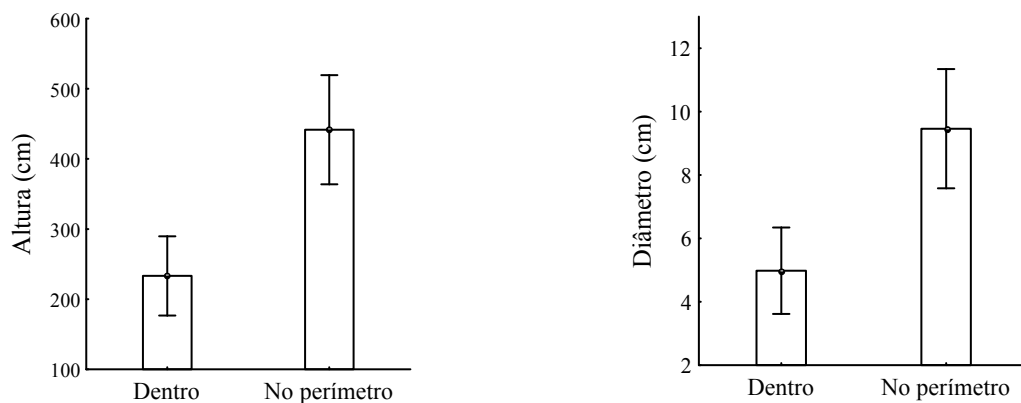


Figura 24 – Diferença na altura e no diâmetro médio entre as regenerações de castanheiras situadas dentro e no perímetro das áreas agrícolas.

O agroextrativista que preserva uma capoeira naturalmente enriquecida por regenerações de castanheira planeja seu aproveitamento futuro como área de castanhal. Disto resulta uma opção de uso da paisagem muito particular das comunidades agroextrativistas próximas de castanhais, onde, após vários ciclos de cultivos, uma área desflorestada para uso agrícola pode eventualmente retornar à condição de área florestada e ainda valorizada pelo seu potencial extrativista (Figura 25).

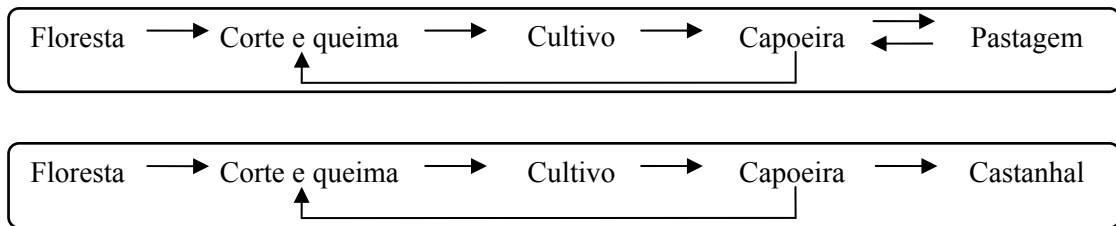


Figura 25 – Diagrama simplificado dos principais processos de transformação da paisagem no mosaico de usos no entorno de duas comunidades agroextrativistas em uma região de castanhais da RESEX Cajari.

O resultado da PCA utilizando as regenerações como unidade amostral também destacou a associação entre o número de brotos emitidos com o número mínimo de vezes que cada castanheira foi cortada e rebrotou. A análise de variância entre o número de brotos por número mínimo de ciclos de crescimento (rebrotos) apresentou diferença significativa entre as médias ($F=30,84$; $p<0,001$) (Figura 26 a).

Outro resultado que merece destaque é a diferença significativa ($T=4,923$; $p<0,001$) no número de brotos das regenerações recém-cortadas e queimadas dos pastos e roças ativas e o número de brotos em capoeiras com mais de 10 anos em pousio (Figura 26 b).

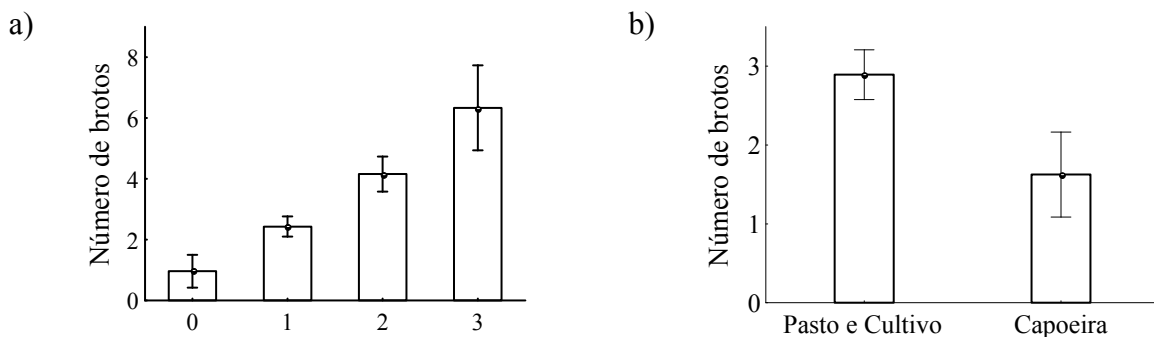


Figura 26 – Diferença no número de brotos registrados por regeneração de castanheira nas áreas agrícolas de acordo com: a) número mínimo de vezes que a cada regeneração foi cortada e rebrotou e b) uso atual da área agrícola: pastos e cultivos ativos e capoeiras com mais de 10 anos em pousio.

Além das regenerações, é comum encontrar muitas cascas de frutos abertos por cotias nas áreas de roça e capoeiras. Foram observados agrupamentos de até oito frutos abertos com as marcas características dos incisivos das cotias. Estes agrupamentos em geral foram encontrados sob emaranhados de ramos/cipós ou nos locais onde o sub-bosque era mais denso (Apêndice II – Fotos D, E).

5 DISCUSSÃO

5.1 A contribuição das rebrotas para a densidade de castanheiras

A alta densidade de castanheiras nas áreas de cultivo itinerante já foi associada com as particularidades bióticas e abióticas dos ambientes de cultivo, em especial a maior incidência de luz (COTTA *et al.*, 2008). Essa explicação repete nas áreas cultivadas o mesmo conceito estabelecido para as áreas de clareiras naturais, das quais depende a regeneração de castanheiras no ambiente de floresta (MYERS, 2000).

Mas, de todas as diferenças entre as clareiras de cultivos agrícolas e as clareiras naturais (JANZEN, 1990), duas são de fundamental importância para o estabelecimento das castanheiras nas áreas agrícolas: a agressividade dos distúrbios e a frequência.

Cada ciclo da agricultura itinerante é uma intervenção radical que resulta na eliminação da cobertura florestal, e as castanheiras são cortadas e queimadas juntamente com o restante das plantas da capoeira. A clareira do novo ciclo de cultivo pode favorecer o estabelecimento de outras castanheiras, substituindo aquelas mortas pelo fogo. Mas, deste modo, a densidade de castanheiras nas áreas de cultivo itinerante seria no máximo constante.

Entretanto, a castanheira é capaz de rebrotar, e isto faz toda diferença no ambiente cíclico da agricultura itinerante. A rebrota faculta não apenas a sobrevivência das castanheiras, mas, considerando que a repetição dos ciclos de cultivo recria as condições bióticas e abióticas favoráveis ao estabelecimento de novas plântulas, determina um aumento acumulativo na densidade de regenerações.

O melhor indicativo para avaliar a capacidade de rebrota da castanheira é a proporção entre o número de castanheiras nunca cortadas e as cortadas que rebrotaram. Observou-se que o número de castanheiras rebrotadas foi em média quase quatro vezes superior ao número de regenerações sem indícios de corte (1:3,7).

As castanheiras cortadas em geral emitem um grande número de brotos que se desenvolvem a partir da raiz da cepa (KAINER *et al.*, 1998) do colo da planta (observação pessoal). Cada broto cortado, por sua vez, pode emitir novos brotos. A comparação entre o número de brotos presentes pelo número mínimo de vezes que cada castanheira foi cortada e rebrotou indica uma progressão praticamente aritmética (Figura 26a).

Mas a rebrota natural também é comum. A multiplicidade de brotos é uma característica observada em regenerações recém-cortadas nas áreas que sofreram intervenção recente. Nas capoeiras bem desenvolvidas, com mais de dez anos em pousio, as rebrotas raramente preservam além de dois ou três brotos (Figura 26b).

A importância da rebrota como processo demográfico depende da frequência das intervenções severas, da probabilidade da espécie rebrotar a cada evento e das taxas de sobrevivência e crescimento após a rebrota. Se as taxas são altas e os indivíduos atingem maturidade reprodutiva, então a rebrota é um processo demográfico importante (PACIOREK *et al.*, 2000).

Em toda a bibliografia consultada a única citação a respeito da maturidade reprodutiva de castanheiras originadas de rebrota foi encontrada em outro estudo também desenvolvido em parte na RESEX Cajari (BAIDER, 2000). Segundo Baider (2000), os castanheiros afirmam que as rebrotas não sobrevivem a ponto de se tornarem indivíduos reprodutivos. Infelizmente a autora não fundamenta a declaração e nem discute possíveis causas para a suposta mortalidade antes da maturidade reprodutiva. De fato, as capoeiras na beira da estrada (BR-156), ramais e nas duas comunidades agroextrativistas avaliadas neste estudo estão repletas de castanheiras adultas originadas de rebrota, muitas delas produtivas.

Em suma, as particularidades bióticas e abióticas dos ambientes cultivados favorecem o estabelecimento das castanheiras, mas é a capacidade de rebrota que em última análise determina a sobrevivência e o aumento acumulativo da densidade de regenerações a cada novo ciclo da agricultura itinerante.

5.2 Histórico das áreas de cultivo e a densidade de castanheiras

A altíssima densidade de regenerações de castanheira em muitas áreas agrícolas com longo histórico de uso por cultivos itinerantes (até 104 ind.ha⁻¹) talvez só possa ser explicada por uma sinergia de fatores. Ao fim de cada ciclo de cultivo, a lavoura madura é uma fonte de alimentos que atraem as cotias (BALÉE, 1994), o que coincide com o abandono da área para

o crescimento da capoeira. Esta por sua vez é uma vegetação densa e emaranhada, favorável à atividade do dispersor natural (SILVIUS, FRAGOSO, 2003; VANDER WALL, 1990) e também para o estabelecimento das sementes e plântulas (UHL, 1987). As plântulas de castanheira possuem uma grande reserva nutritiva e podem sobreviver por vários anos com baixa intensidade luminosa (ZUIDEMA *et al.*, 1999), no entanto, dependem de grandes clareiras para se desenvolver (MYERS *et al.*, 2000). Esta oportunidade surge com o aumento da intensidade luminosa (COTTA *et al.*, 2008) resultante do corte de abertura a cada novo ciclo de cultivo. O banco de plântulas formado durante a capoeira do ciclo anterior pode então somar-se às castanheiras estabelecidas no novo ciclo, contanto que sejam capazes de rebrotar.

Provavelmente a duração do pousio entre as intervenções também desempenha um papel importante. Se pequenas plântulas são mais suscetíveis ao fogo (menor relação superfície/volume, casca fina, próximas ao solo) que as castanheiras que tiveram tempo de crescer nas capoeiras de pousio longo, então o encurtamento dos pousios resultaria em taxas de mortalidade comparativamente maiores. Por outro lado, as sementes da castanheira possuem além das gemas apicais, um anel meristemático que envolve todo o embrião (CAMARGO *et al.*, 2000) e isto pode estar relacionado com a sobrevivência também das plântulas. A confirmação da hipótese depende de um experimento que verifique a sobrevivência das castanheiras identificadas antes e depois do evento de corte e queima.

Nas áreas com histórico de uso por pastagens, apesar da elevada frequência de ciclos de corte e queima, não se observou uma contribuição proporcional para o estabelecimento de regenerações de castanheiras. As pastagens são intervenções contínuas no tempo e sem a alternância das fases vegetativas da capoeira. Isto reforça o pressuposto de que a regeneração das castanheiras depende tanto dos ciclos de corte e queima quanto dos intervalos de pousio.

O fato das pastagens com histórico de uso misto, implantadas após cultivos itinerantes, apresentarem densidades de castanheira quase tão elevadas quanto às áreas roça, não invalida esta conclusão. Simplesmente as regenerações encontradas nas áreas com histórico de uso misto correspondem aos remanescentes de castanheiras estabelecidas durante os ciclos anteriores de cultivos itinerantes. Isso ficou evidente pela proporção de castanheiras rebrotadas que foi 16 vezes maior que o número de regenerações não cortadas nestes pastos.

A predominância de castanheiras rebrotadas em relação às plântulas não cortadas é um indicativo de que praticamente não ocorrem novos recrutamentos em pastagens. As pastagens podem favorecer o crescimento das plântulas de castanheira por sua maior intensidade luminosa (ZUIDEMA *et al.*, 1999), porém a queima frequente é incompatível com os mecanismos de regeneração florestal, degradam a fertilidade do solo a níveis muito baixos,

homogeneízam o ambiente e eliminam os microssítios de estabelecimento de plântulas, o que torna improvável a dispersão de sementes a partir das áreas florestadas do entorno (UHL, 1987; UHL *et al.*, 1988). Além da falta de intervalos de pousio, o gado mantém a vegetação baixa durante todo o ano, o que provavelmente desencoraja a atividade dispersora das cotias, já que praticamente não são encontradas cascas de frutos abertos dentre pastos.

Mori (1992) relatou herbivoria de castanheiras pelo gado em consórcio silvopastoril na fazenda Aruanã em Itaquatiara, Amazonas. Segundo o autor, o gado a princípio não consumia as folhas das castanheiras, mas com o tempo passou a comê-las. Nos pastos deste estudo não foram observados indícios de herbivoria nas folhas ao alcance do gado, apesar de um criador alertar que a herbivoria pode ocorrer na falta de outro alimento. O pisoteio dos animais também deve ser um fator limitante para o desenvolvimento das plântulas em pastagem, mas esta variável não foi quantificada.

Em seu estudo comparativo sobre os melhores ambientes para o plantio de enriquecimento de mudas de castanheira, Kainer e colaboradoras (1998) concluíram que as áreas de cultivo itinerante são locais mais apropriados para este investimento, e que as pastagens são desfavoráveis, particularmente pelos danos causados pelos animais domésticos às mudas. Quanto ao plantio de enriquecimento realizado naturalmente pelas cotias, o resultado deste estudo também desqualifica as pastagens, visto que, além de não contribuírem com o estabelecimento de novas plântulas, a frequência com que são queimadas inviabiliza o desenvolvimento das regenerações remanescentes estabelecidas durante os ciclos anteriores de cultivos itinerantes.

5.3 Número de ciclos de cultivo e a densidade de castanheiras

A hipótese de que a densidade de castanheiras aumenta com o número de ciclos de cultivo da agricultura itinerante já estava implícita em um estudo socioeconômico que comparou o extrativismo e a agricultura como escolhas de uma população indígena no médio Solimões, Tefé, Amazonas (PEREIRA e LESCURE, 1994). Os autores perceberam um gradiente na densidade de castanheiras que aumentava da porção interior do território (1,79 ind.ha⁻¹) para as margens do rio (3,09 ind.ha⁻¹), “exatamente na zona ocupada pelo mosaico de roça e capoeira em pousio”.

No presente estudo, a intensidade de cultivo expressa como o número de ciclos de pousio foi a variável que apresentou a maior associação com a densidade de castanheiras pela

análise de componentes principais (Figura 17). Apesar da análise de variância ter sido reduzida para apenas três categorias de ciclos de pousio, esta ainda foi adequada para destacar a diferença significativa e crescente na densidade entre as classes (Figura 19).

Áreas de primeiro ciclo, abertas na mata, apresentaram em média uma densidade muito baixa de regenerações, o que suporta a declaração dos agroextrativistas de que evitam implantar roçados em locais onde há castanheiras. Além disso, as capoeiras são geralmente locais mais próximos das comunidades e fáceis de derrubar por não incluírem indivíduos com tronco demasiadamente grande que dificultam o trabalho de abertura do roçado.

Áreas de segundo e terceiro ciclos já apresentam considerável densidade de regenerações, mas normalmente continuam no itinerário de cultivos até que o produtor decida por sua preservação. Outra opção pessoal e decisiva é a conversão da roça ou capoeira em pastagem. Esta, de certo modo, condena as regenerações pré-estabelecidas e exclui a possibilidade de que a área venha a contribuir para a formação de um castanhal.

Nas áreas que permanecem nos ciclos da agricultura itinerante, as castanheiras que sobrevivem ao corte-queima possuem duas vantagens competitivas contra a maioria das plantas da capoeira que iniciam seu desenvolvimento da semente. De um lado apresentam um sistema radicular já desenvolvido e profundo, o que favorece a captação de água e nutrientes (KAINER *et al.*, 1998) e, de outro, o crescimento vigoroso da parte aérea em condições de plena luz, o que permite ao rebrote se manter acima das plântulas que germinam.

A densidade de regenerações observada em algumas das áreas de roça ativa foi muito superior à densidade média registrada nas capoeiras em pousio há mais de 10 anos ($n=4$; $\bar{x}=24 \text{ ind. ha}^{-1}$). Disto se conclui que a mortalidade das plântulas também deve ser elevada. Alguns autores relatam altas taxas de mortalidade para castanheiras na fase de plântula, ao mesmo tempo em que relatam altas taxas de sobrevivência a partir de um tamanho mínimo em torno de 70 cm (ZUIDEMA, 2003) ou 130 cm de altura (BAIDER, 2000). Segundo os autores supracitados, ao transporem certo tamanho, a sobrevivência das plântulas é quase certa.

A densidade máxima de regenerações para compor um castanhal fechado, onde as copas das castanheiras adultas com um raio médio de 15 m (PERES *et al.*, 1997) se tocam, seria de $11,11 \text{ ind. ha}^{-1}$. Das áreas com dois ou mais ciclos de pousio 91% apresentaram densidade de regenerações superiores a este valor calculado. Além disso, densidades mais elevadas serão necessariamente reduzidas por competição intraespecífica durante o crescimento das castanheiras, já que simplesmente não haverá espaço físico para as copas de tantas castanheiras adultas coexistirem.

Disto deduz-se que há um limite prático para o aumento da densidade de regenerações e, conseqüentemente, um número suficiente de ciclos da agricultura itinerante a partir do qual o acúmulo na densidade de castanheiras se torna redundante.

5.4 Proximidade das matrizes e a densidade de castanheiras

A densidade de 27 plântulas e varetas por hectare registrada na capoeira do experimento realizado fora da área de ocorrência natural da espécie pode ser considerada alta, se comparada aos valores médios observados nos castanhais nativos com valores de 13 ind.ha⁻¹ (este estudo, capítulo 1) e 4,7 ind.ha⁻¹ encontrados por Serrano (2005) que utilizou o mesmo tamanho e forma de parcela em castanhais no estado do Acre. A alta densidade observada concorda com o senso comum entre os agroextrativistas que consistentemente relatam maior regeneração natural de castanheiras em áreas de capoeiras e roças, em comparação aos castanhais silvestres (WADT *et al.*, 2005). A diferença significativa entre a capoeira e o castanhal também foi registrada por Cotta e colaboradoras (2008), em assentamento agroextrativista no estado do Acre. As autoras amostraram cerca de 25% da área total de oito capoeiras (0,5-1,5 ha) com 5 a 12 anos de pousio, registrando uma densidade média de 18 ind.ha⁻¹.

No experimento de dispersão de sementes a partir da origem conhecida, a distância média de 57 m indica que a dispersão de plântulas foi efetiva para além da distância média de cinco e máxima de 25 m observada por Peres e colaboradores (1997). Os autores sugerem que a realocação de sementes previamente enterradas pode explicar a dispersão de plântulas por distâncias superiores (PERES *et al.*, 1997). Mas uma questão que ainda está por ser determinada é se os experimentos de dispersão de sementes são comparáveis à situação real em que as cotias precisam abrir o fruto, antes de consumir ou dispersar suas sementes (ZUIDEMA, 2003).

Ortiz (1995) observou uma diferença na distribuição espacial de frutos fechados e abertos, sugerindo que as cotias podem transportar os frutos inteiros antes de abri-los. A abundância de cascas de frutos abertos encontrados nas capoeiras e roças está de acordo com esta observação. Provavelmente o estabelecimento de castanheiras nas áreas agrícolas dependa mais da pré-dispersão dos frutos do que do transporte direto de sementes.

Como acontece com a castanheira, a maioria dos estudos sobre espécies com recrutamento dependente de múltiplos estágios de dispersão não encontram uma correlação

consistente entre os padrões de distribuição espacial das sementes e suas plântulas (WILLSON e TRAVESET, 2000). Este desacoplamento pode ser atribuído a fatores como patógenos, parasitas e predadores pós-dispersão de sementes (AUGSPURGER, 1984; JANZEN, 1971; NOTMAN e GORCHOV, 2001), o que salienta a importância de mensurar a efetividade do recrutamento pelo estudo das regenerações já estabelecidas, mesmo porque as plântulas com suas reservas nutritivas ainda são predadas (HENRY, 1999).

Não foi possível determinar o que causou a mortalidade das seis plântulas encontradas sem suas reservas nutritivas sob a projeção das copas das matrizes. Talvez tenham germinado dentro de um fruto parcialmente decomposto e, ao emergirem, foram encontradas e consumidas pela cotia ou outro granívoro. Altas taxas de mortalidade por predação de plântulas de castanheira também foram encontradas por Ortiz (1995), Peres *et al.* (1997) e Baidier (2000). Seja qual for o agente predador, este registro exemplifica a mortalidade que as plântulas estão sujeitas sob a projeção das copas.

Ainda no experimento de dispersão realizado fora da área de ocorrência natural da espécie, a distribuição das regenerações no entorno do agrupamento de matrizes apresentou menor frequência na primeira classe de distância (0 a 20 m), que coincidiu aproximadamente com a projeção das copas das matrizes. Este resultado concorda com a hipótese de escape de Janzen-Connel (HOWE e SMALLWOOD, 1982) em que a probabilidade das sementes germinarem e das plântulas se desenvolverem aumenta com a distância para as matrizes (JANZEN, 1970). Por outro lado, a densidade de plântulas foi praticamente constante da primeira até a penúltima classe de distância e só diminuiu na última classe amostrada.

Dos resultados deste experimento, conclui-se que as áreas de cultivo não dependem da presença de uma matriz em seu entorno imediato para cumprir seu papel como sítios favoráveis ao estabelecimento de plântulas. Mas o declínio acentuado na frequência e na densidade de regenerações a partir da última classe considerada (80 a 100 m), indica que maiores distâncias podem ser um fator limitante para a colonização das capoeiras.

O padrão de distribuição das regenerações localizadas nas áreas agrícolas das duas comunidades agroextrativistas da RESEX Cajari também apresentou uma curva de distribuição semelhante com relação à distância das matrizes. Registrou-se uma baixa frequência de regenerações na primeira classe de distância (0 a 20 m), no entanto, deve-se considerar que nem todos os cultivos amostrados apresentaram matrizes no entorno imediato, o que provavelmente afetou a amostragem para a classe inicial. Mas a parte da curva de distribuição que mais importa para a dispersão é o pico de frequência e a chamada cauda de dispersão (WILLSON e TRAVESET, 2000). Nas áreas agrícolas, o pico de frequência

coincidiu com a classe de 40 a 60 m, com 80% dos registros ocorrendo até a distância de 100 m das matrizes mais próximas. Isto sugere que cultivos implantados com até 100 m de distância para uma castanheira adulta e produtiva têm maior potencial para serem colonizados por regenerações naturais de castanheiras, e que os cultivos implantados a mais de 200 m virtualmente já não contribuem na formação dos castanhais.

Outra implicação decorrente do mesmo resultado é que nas áreas de cultivo e pastagens muito extensas a contribuição também pode ser limitada. Mesmo que existam matrizes próximas do entorno, o estabelecimento de plântulas na porção central das áreas muito extensas será comprometido pela distância para a borda. Neste sentido, os cultivos itinerantes tradicionais, por sua reduzida extensão (~0,5 ha) e forma adaptável, são os locais comparativamente mais adequados para contribuir com a regeneração natural de castanheiras, já que comumente são inseridos entre matrizes relativamente próximas.

5.5 A opção de proteger as regenerações de castanheiras

Além das áreas amostradas neste estudo, muitas capoeiras foram declaradas pelos moradores como áreas protegidas da implantação de cultivos. A proteção não deve ser entendida como fruto da consciência ecológica ou medo das penalidades previstas para o corte ilegal da castanheira (BRASIL, 1994). As áreas são poupadas basicamente por uma razão econômica, quando se identifica seu potencial futuro como recurso extrativista.

Pode-se argumentar que a castanheira é uma espécie de ciclo longo e, portanto, a iniciativa de preservá-las como investimento seria mais uma decisão altruísta, em proveito das próximas gerações, que do pragmatismo econômico. Estimativas baseadas em curvas de crescimento calculam que no ambiente de floresta a espécie atinge a idade reprodutiva aos 125 ± 50 anos (ZUIDEMA, 2003) ou 208 anos (DAP=60 cm) (BAIDER 2000).

Mas em áreas abertas a castanheira apresenta taxa de crescimento comparável às espécies pioneiras, sendo inclusive considerada como alternativa de uso madeireiro (FERNANDES e ALENCAR, 1993; LOCATELLI *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, sem data; TONINI *et al.*, 2008) ou para recuperação de áreas degradadas (RIBEIRO e WANDELLI, 2002; SALOMÃO *et al.*, 2003). Nos plantios, a castanheira pode atingir maturidade reprodutiva aos 12 (CLAY, 1997), 10 (MORI, PRANCE, 1990; SOARES *et al.*), 8 a 12 (TUPIASSÚ e OLIVEIRA, 1967) ou mesmo aos cinco anos de idade (SHANLEY e

MEDINA, 2005). Neste caso, a maturação precoce valida a proteção das capoeiras enriquecidas com castanheiras como uma opção econômica de retorno em médio prazo.

A produção das castanheiras originadas nas capoeiras não foi quantificada, mas o fato de terem “dono” indica ser relevante. Segundo os entrevistados, estas apresentam o mesmo padrão de produção observado nos castanhais silvestres. Algumas produzem muito, outras pouco e outras nada (KAINER *et al.* 2007; Este estudo capítulo 1). A diferença está na maturidade precoce e na baixa estatura das copas. Tais características são consideradas favoráveis e inclusive manipuladas por meio de podas e injúrias aplicadas ao tronco, tidas por alguns como estímulos à produção.

Além da maior luminosidade, que dispensa o hábito emergente nas áreas abertas, a produção precoce também pode estar relacionada com a idade fisiológica. Conforme registrado, muitas castanheiras que se desenvolvem nas capoeiras são rebrotos de ciclos anteriores de cultivo. Tendo sobrevivido por sucessivas intervenções de corte-queima, espaçadas por intervalos de pousio de 10 a 20 anos, os indivíduos aparentemente jovens presentes nas capoeiras podem ter a idade fisiológica de adultos e, portanto, frutificam.

Há certa relação entre a idade da primeira reprodução e a longevidade das angiospermas lenhosas. As espécies com longo período juvenil em geral desfrutam de maior longevidade (HARPER e WHITE, 1974). Neste sentido, uma questão que merece ser investigada é se a maturidade precoce das castanheiras originadas nas áreas de cultivo também interfere na curva de fecundidade, acelerando não apenas o início da maturidade reprodutiva, mas um pico e um declínio da produção igualmente precoce.

Ainda do ponto de vista econômico, o aumento na densidade de castanheiras é uma consequência das atividades regulares de cultivo itinerante e, portanto, independe do esforço extra ou de qualquer investimento por parte dos agroextrativistas. As propostas que recomendam o enriquecimento dos castanhais por meio de plantio (KAINER *et al.*, 1998; PEÑA-CLAROS *et al.*, 2002; ZUIDEMA *et al.*, 1999) muitas vezes obtêm adesão voluntária das comunidades. Mas o entusiasmo inicial dá lugar à constatação de que a produção de mudas, o transplante, a capina, a proteção contra o pisoteio de animais domésticos, o combate às formigas (*Atta* sp.), etc., representam um investimento que consome recursos, tempo e força de trabalho, raramente dispensáveis das atividades de subsistência.

Uma proposta de enriquecimento dos castanhais que considere a regeneração natural nas áreas agrícolas talvez seja uma recomendação técnica mais assimilável. Acima de tudo, parte-se de uma percepção e de uma prática que já existem entre os agroextrativistas, o que

apresenta a vantagem de que os critérios e indicadores sobre como este manejo pode funcionar pertençam totalmente à comunidade (RITCHIE *et al.*, 2001).

5.6 Uma agricultura em favor do extrativismo de castanha

“Para que os produtos florestais possam competir economicamente com outras formas de uso da terra, devemos nos tornar mais flexíveis sobre o que pode ser admitido na composição das florestas manejadas. Talvez, tudo o que se deva exigir dos sistemas extrativistas é que não resultem em perdas da biodiversidade ou alterações irreversíveis nos ecossistemas. Além disso, não deveríamos ser reflexivamente hostis à possibilidade de modificar a relativa abundância de espécies.”⁸

(BOOT e GULLISON, 1995)

Uma consequência direta da preservação das capoeiras com alta densidade de castanheiras é que, cedo ou tarde, torna-se necessária a conversão de novas porções de floresta para repor as áreas subtraídas dos ciclos da agricultura itinerante. Esta é uma dinâmica que, informalmente, sempre esteve em curso no entorno das comunidades agroextrativistas. Mas para percebê-la é preciso considerar uma escala de tempo que se estende por várias décadas e que, normalmente, escapa aos observadores externos.

Os gestores ambientais têm razão em colocar a preservação da floresta como prioridade. A perda da biodiversidade devido ao desflorestamento na Amazônia é enorme, e suporta a idéia de que qualquer licença de desmatamento deveria ser proibida (VIEIRA *et al.*, 2005).

A meta do desmatamento zero é justificável em muitos aspectos, mas como toda generalização, iguala situações que uma análise pormenorizada revela de natureza distinta ou oposta. Para o caso da agricultura pioneira e pecuária extensiva das fronteiras agrícolas, a proibição do desmatamento talvez estanque seu avanço. Porém, no caso específico das comunidades agroextrativistas avaliadas neste estudo, a proibição de que se incorporem novas áreas de floresta em substituição às áreas de capoeiras que já atingiram uma alta densidade de castanheiras significa que estas não poderão ser preservadas.

Outra consequência da aplicação do desmatamento zero nas regiões de economia baseada no cultivo itinerante é que com o crescimento populacional o período de pousio das glebas tende a se tornar cada vez mais curto. A redução dos pousios resulta em safras menos

⁸ Tradução do original em inglês.

produtivas, mais trabalho de capina para controlar o mato e no empobrecimento do solo. Ecologicamente, representa a redução nos fluxos de sementes, diminuição da capacidade de recuperação da vegetação secundária e na extinção local de espécies florestais (METZGER, 2003). Há ainda um limite para o encurtamento dos ciclos de pousio, abaixo do qual a estabilidade do sistema de agricultura itinerante entra em colapso (METZGER, 2002).

A resposta da ciência agrícola para este problema é a mesma desde a década de 70 quando já recomendava “trazer a revolução verde para os agricultores itinerantes” (GREENLAND, 1975). De maneira geral, as propostas atuais ainda insistem em “intensificar a agricultura com o uso de mecanização agrícola e adubação para aumentar o tempo de permanência do pequeno agricultor no lote” (HOMMA *et al.*, 2000).

Mas este pacote tecnológico conhecido como a revolução verde, com suas sementes híbridas, fertilizantes químicos, herbicidas, mecanização e agrotóxicos, raramente é acessível aos pequenos produtores, mesmo nas regiões industrializadas e bem servidas de instituições de pesquisa, órgãos de extensão e técnicos capacitados. Na realidade do interior de um estado distante dos centros produtores de insumos, carente de recursos técnicos e operacionais os entraves são bem maiores. O alto custo deste modelo agrícola dificilmente seria pago apenas com o lucro da agricultura familiar e, a exemplo do que ocorre em outras regiões, teria de ser subsidiado. Além disto, a agricultura dependente de insumos externos tem sido amplamente questionada, especialmente quanto a sua sustentabilidade ecológica (ALTIERI, 2002). No balanço geral, esta solução pode ser ainda pior que o problema.

A proposta de se intensificar a agricultura itinerante para poder fixá-la em uma área restrita, isolando-a da floresta e do restante da paisagem, parte da premissa de que esta atividade é antagônica à conservação da biodiversidade e que não pode ser conciliada com o extrativismo de produtos florestais não-madeireiros. Pelo menos com relação ao extrativismo de castanha demonstrou-se justamente o contrário. Da forma como vem sendo conduzida por alguns agroextrativistas, a interação entre a agricultura itinerante e o extrativismo de castanha apresenta potencial para adensar e expandir, ao invés de destruir os castanhais.

Mas para que a agricultura itinerante possa efetivamente contribuir com o extrativismo de castanha e desempenhar um papel decisivo na regeneração natural, expansão e adensamento dos castanhais, será preciso reconhecer e legalizar, ao invés de inviabilizar a opção dos agroextrativistas que protegem as capoeiras enriquecidas de castanheiras. Para isto, deveria ser incluído um mecanismo de compensação nas normas da unidade de conservação, prevendo a possibilidade de abertura de novas áreas de cultivo em floresta, proporcionais e exclusivamente em substituição às capoeiras comprovadamente preservadas.

6 CONCLUSÕES

- 1) A castanheira é uma espécie com grande capacidade de rebrota e, conseqüentemente, capaz de sobreviver por sucessivos ciclos de corte e queima da agricultura itinerante.
- 2) Nas áreas de agricultura itinerante, a densidade de castanheiras aumenta em razão direta ao número de ciclos de pousio entre as intervenções de cultivo.
- 3) O histórico de uso agrícola é determinante da densidade de regenerações de castanheiras. Áreas utilizadas apenas como pastagem apresentam densidade de regenerações inferior às áreas utilizadas apenas por cultivos itinerantes. As regenerações de castanheiras encontradas nas pastagens estabelecidas após cultivos itinerantes são remanescentes de ciclos anteriores de cultivo e pousio. Como intervenções crônicas, as pastagens não contribuem para a regeneração natural das castanheiras.
- 4) Nas capoeiras e áreas cultivadas, as regenerações de castanheiras concentram-se na distância de até 100 m das matrizes mais próximas, e em frequência residual de 100 a 200 m. Além de 200 m, virtualmente não há contribuição das áreas cultivadas para a regeneração natural das castanheiras.
- 5) Os agroextrativistas reconhecem as capoeiras com alta densidade de castanheiras e podem optar por protegê-las da implantação de novos cultivos. Outra forma de proteção é quando modificam o tamanho e a forma dos cultivos para poupar pelo menos algumas das regenerações em seu entorno.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se o extrativismo de castanha limita a disponibilidade de sementes a ponto de comprometer a sustentabilidade do recurso, conforme proposto por Peres e colaboradores (2003), não teria sido encontrado uma densidade média de 11 plântulas por hectare e, o longo histórico de coleta intensiva já teria comprometido a estrutura populacional dos castanhais avaliados. De acordo com o modelo criado pelos autores, as áreas amostradas seriam classificadas como castanhais de baixa intensidade de uso ou como não exploradas. Além disto, a alta densidade de regenerações observada nas áreas de cultivos itinerantes adjacentes aos castanhais também não seria possível, afinal, as sementes transportadas pelas cotias para os ambientes de cultivo provêm das castanheiras mais próximas da comunidade, que são tanto ou mais exploradas que as matrizes das parcelas.

Os resultados deste estudo sugerem que a agricultura itinerante pode fazer parte de uma estratégia de manejo agroflorestal que promova a expansão e o aumento da densidade dos castanhais. A regeneração natural da castanheira é favorecida pela abertura de clareiras resultante dos cultivos. Isto, aliado à capacidade da espécie em sobreviver por sucessivos ciclos de corte e queima, resulta em um aumento da densidade de castanheiras proporcional ao número de ciclos de cultivo. Após um número variável de ciclos, que depende de fatores como o histórico de uso e a proximidade de matrizes, a área se torna abundante em castanheiras. Neste ponto os agroextrativistas podem optar por não mais implantar cultivos no local, planejando a formação de um castanhal.

Por controversa que pareça a conclusão de que a preservação das florestas no entorno de comunidades agroextrativistas possa ser beneficiada pela agricultura itinerante, é preciso considerar que as florestas secundárias enriquecidas de castanheiras adquirem valor de uso reconhecido pelos moradores. Pelo seu valor extrativo, uma capoeira enriquecida com castanheiras tem menor chance de ser transformada em pasto, revertendo a sequência clássica de degradação da Amazônia.

Apesar dos conhecidos problemas relativos ao uso do fogo, a transformação causada pelo modelo de agricultura itinerante na paisagem das comunidades agroextrativistas não pode ser igualada à degradação causada pela pecuária e agricultura extensivas. Todas as estratégias que possam somar esforços na contenção do desmatamento e da mudança do uso da terra na Amazônia deveriam ser consideradas, e mesmo a agricultura de corte e queima poderia ser aprimorada como uma aliada na conservação dos castanhais.

A ampliação e o adensamento dos castanhais são estratégias que reforçam a base da economia extrativista. Atualmente a principal ameaça aos castanhais da RESEX Cajari é o avanço da pecuária e da agricultura comercial. As maiores invasões ocorrem ao longo da fronteira noroeste da unidade de conservação, por residentes do município de Laranjal do Jari. Segundo Funi (2009), em menos de 20 anos as invasões já ultrapassaram o desmatamento acumulado pela ocupação histórica dos agroextrativistas, não apenas de castanha, em toda a área da reserva. Entre 1991 e 2007 a taxa de desmatamento causado pelos invasores foi 210 vezes maior que a dos agroextrativistas para o mesmo período (FUNI, 2009).

Ao defenderem suas colocações, os agroextrativistas atuam como vigilantes dos castanhais. As comunidades mencionadas neste estudo, a vila do Marinho e do Martins, são as mais próximas desta zona de conflito e seus moradores não permitem assentamentos sem o consentimento da comunidade. Quando isto ocorre, eles são os primeiros a notificarem suas associações de classe, ao IBAMA e ao ICMBIO sobre as invasões.

Atualmente a castanheira é classificada como uma espécie ameaçada de extinção pela legislação brasileira e como espécie vulnerável pela lista da IUCN. Um táxon é considerado vulnerável quando apresenta um alto risco de extinção na natureza no médio prazo. A inclusão da castanheira entre as espécies vulneráveis deve-se ao desmatamento que reduz a área de ocupação e aos níveis de exploração das sementes. Ambos os critérios podem ser discutidos a partir dos resultados deste estudo. Sobre os níveis de exploração, talvez seja possível rever a classificação, caso outros trabalhos com resultados semelhantes também refutem a hipótese de que a pressão de coleta determina o colapso populacional. Já a vulnerabilidade pelo declínio da área de ocupação é plenamente justificada. Apesar de ter sido aqui demonstrado que as intervenções agrícolas podem, em princípio, favorecer a expansão e o adensamento dos castanhais, obviamente este não é o modelo de agricultura vigente nas regiões onde os castanhais estão sendo destruídos. Neste caso, a retirada da castanheira da lista de espécies vulneráveis à extinção dependeria do combate ao desmatamento irrestrito e de uma transformação do modelo agrícola baseado na concentração fundiária, pecuária e agricultura extensiva para um modelo agroflorestal capaz de conviver com os castanhais.

REFERÊNCIAS

- ABDI, H. Multivariate analysis. In: LEWIS-BECK, M.; BRYMAN, A., *et al* (Ed.). **Encyclopedia of Social Sciences Research Methods**. Thousand Oaks: Sage. 2003
- ALLEGRETTI, M. H. Reservas extrativistas: parâmetros para uma política de desenvolvimento sustentável na Amazonia. **Revista Brasileira de Geografia**, v.54, n.1, p.5-23. 1992.
- _____. A construção social de políticas ambientais - Chico Mendes e o movimento dos seringueiros. (**Tese de Doutorado**). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Gestão e Política Ambiental, UnB, Brasília, 2002.
- ALTIERI, M. A. Agroecology: the science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.93, n.1-3, p.1-24. 2002.
- ARRUS, K., *et al*. Aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in Brazil nuts. **Journal of Stored Products Research**, v.41, p.513-527. 2005.
- AUGSPURGER, C. K. Seedling survival of tropical tree species: interaction of dispersal, distance, light-gaps, and pathogens. **Ecology**, v.65, n.6, p.1705-1712. 1984.
- BAIDER, C. Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecytidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental. (**Tese de Doutorado**). Ecologia Geral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- BALÉE, W. Indigenous Transformation of Amazonian Forests : An Example from Maranhão, Brazil. **L'Homme**, v.33, n.126, p.231-254. 1993.
- _____. **Footprints of the forest**. New York: Columbia University Press. 1994
- BONPLAND, A. *Bertholletia*. In: HUMBOLT; BONPLAND (Ed.). **Plantes Équinoxiales**. Paris, v.6, p.122. 1808
- BOOT, R. G. A.; GULLISON R. E. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. **Ecological Applications**, v.5, n.4, p.896-903. 1995.
- BRASIL. Portaria n° 449/87-P de 08/10/1987 IBDF/MA. 1987
- _____. Decreto N° 99.145 de 12 de março de 1990, Criação da Reserva Extrativista do Rio Cajari. 1990
- _____. Portaria IBAMA N° 37-N, de 3 de abril de 1992. Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. 1992
- _____. Decreto Federal N° 1.282, de 19 de outubro de 1994. Regulamenta os artigos 15, 19, 20 e 21, da Lei n° 4.771(1), de 15 de setembro de 1965, e dá outras providências. 1994

_____. Decreto s/n de 30 de setembro de 1997. Dispõe sobre a declaração de interesse social e ecológico para fins de desapropriação da área de terra abrangida pela Reserva Extrativista do Rio Cajari, criada pelo Decreto nº 99.145, de 12 de março de 1990, e dá outras providências. Diário Oficial da União nº 189 1997

_____. Lei Nº 9.985 de 18 de julho de 2000, Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e IV da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. 2000 Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 12 07 2008

_____. Instrução Normativa s/n de setembro de 2008 Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção. MMA 2008

BRAZ, D. C., *et al.* Descrição histológica dos incisivos da cutia *Dasyprocta prymnolopha* (Wagler, 1931). **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.177-185. 2006.

BROWDER, J. O. Extractive reserves will not save the tropics. **Bioscience**, v.40, n.9, p.626. 1990.

BROWN, S.; LUGO A. E. Tropical Secondary Forests. **Journal of Tropical Ecology**, v.6, n.1, p.1-32. 1990.

CAMARGO, I. P. D.; CASTRO E. M. D.; GAVILANES M. L. Aspectos da anatomia e morfologia de amêndoas e plântulas de castanheira-do-brasil. **Cerne**, v.6, n.2, p.11-18. 2000.

CAMARGO, P. B. D., *et al.* How old are large Brazil-nut trees (*Bertholletia excelsa*) in the Amazon? **Sci. agric.**, v.51, n.2, p.389-391. 1994.

CARDOSO, E. M.; SILVA C. R. **Registros de cotia (*Dasyprocta leporina*) em castanhais na comunidade Marinho, Reserva Extrativista do Rio Cajari – AP.** Simpósio Kamukaia - Manejo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia. Rio Branco: Embrapa Acre 2008.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais.** São Paulo: Cortez. 2000. 164 p.

CHOKKALINGAM, U.; JONG W. D. Secondary forest: a working definition and typology. **International Forest Review**, v.3, n.1, p.19-26. 2001.

CINTRA, R.; HORNA V. Seed and seedling survival of the palm *Astrocaryum murumuru* and the legume *Dipteryx micrantha* in gaps in Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, n.2, p.257-277. 1997.

CLAY, J. W., Ed. **Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development.** Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation. Baltimore, MD: The John Hopkins University Press, p.246-282. 1997

CONKLIN, H. C. The study of shifting cultivation. **Current anthropology**, v.2, p.27-58. 1961.

COOMES, O. T.; GRIMARD F.; BURT G. J. Tropical forests and shifting cultivation: secondary forest fallow dynamics among traditional farmers of the Peruvian Amazon. **Ecological Economics**, v.32, p.109 - 124. 2000.

CORNEJO, F. **Historia Natural de la Castaña y Propuestas para su Manejo**. Puerto Maldonado, Peru: Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazonica (ACCA). 2003. 52 p.

COTTA, J. N. Shifting cultivation effects on brazil nut (*Bertholletia excelsa*) regeneration. **Master of Science Thesis**. 2007.

COTTA, J. N., *et al.* Shifting cultivation effects on Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) regeneration. **Forest Ecology and Management**, v.256, p.28-35. 2008.

CUNHA, L. H. D. O. **Reservas extrativistas: uma alternativa de produção e conservação da biodiversidade**. São Paulo: NUPAUB/USP. 18 1993.

DIEGUES, A. C., *et al.* **Desmatamento e modos de vida na Amazônia**. São Paulo: NUPAUB. 1999

DINIZ, J. D. D. A. S. Estudo exploratório da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no Amapá. (**Tese de doutorado**). Faculdade de Ciências Econômicas e de Gestão, Aix-Marcelle II, 2003.

EMBRAPA. **Demandas tecnológica para o processamento de castanha (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.) no estado do Acre**. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Rio Branco. 2001

_____. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-Brasil**. Brasília - DF: CampoPAS. 2004 (Qualidade e segurança dos alimentos)

EMMONS, L. H.; FEER F. **Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical. Una guía de campo**. Santa Cruz: Editorial F. A. N. 1999

ENVI. ENVI Tutorial: Image georeferencing and registration. sem data Disponível em: <http://www.itvis.com/portals/0/tutorials/envi/Georeferencing_Registration.pdf>. Acesso em: 22 de dezembro de 2008

ESCOBAL, J.; ALDANA U. Are Nontimber Forest Products the Antidote to Rainforest Degradation? Brazil Nut Extraction in Madre De Dios, Peru. **World Development**, v.31, n.11, p.1873–1887. 2003.

FEARNSIDE, P. M. Agriculture in Amazonia. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Key Environments: Amazonia**. Oxford, UK: Pergamon Press393-418. 1985

_____. Extractive reserves in Brazilian Amazon: an oportunity to mantain tropical rain forest under sustainable use. **Bioscience**, v.39, n.6, p.387. 1989.

_____. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, rates, and consequences. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.680-688. 2005.

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

FILOCREÃO, A. S. M. **Extrativismo e Capitalismo na Amazônia: a manutenção, o funcionamento e a reprodução da economia extrativista do sul do Amapá**. Macapá: Secretaria do estado de meio ambiente. 2002

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

FOX, J., *et al.* Shifting Cultivation: A New Old Paradigm for Managing Tropical Forests. **Bioscience**, v.50, n.6, p.521-528. 2000.

FUNI, C. Padrões espaciais e temporais do desmatamento na Reserva Extrativista do Rio Cajari. (**Dissertação de mestrado**) Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 216 p. 2009.

GREENLAND, D. J. Bringing the green revolution to the shifting-cultivator. **Science**, v.190, n.4217, p.841-844. 1975.

HARPER, J. L.; WHITE J. The demography of plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.5, p.419-463. 1974.

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

HOMMA, A. K. O. A (ir)racionalidade do extrativismo vegetal como paradigma de desenvolvimento agrícola para a Amazônia. In: COSTA, J. M. M. (Ed.). **Amazônia: desenvolvimento ou retrocesso**. Belém: CEJUP, v.2, p.163-207. 1992

HOMMA, A. K. O., *et al.* **A destruição de recursos naturais: o caso da castanha-do-Pará no sudeste paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, v.32. 2000

HOWE, H. F.; SMALLWOOD J. Ecology of seed dispersal. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v.13, p.201-228. 1982.

IBAMA. Plano de utilização da RESEX Cajari. CNPT - Centro Nacional de Populações Tradicionais 1990 Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/resex/cajari/plano.htm>>. Acesso em: 17 02 2008

_____. Reserva Extrativista do Rio Cajari - Base de dados geográficos, econômicos e ambientais. CNPT 1997 Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/resex/cajari/desmat.htm>>. Acesso em: 12 07 2008

IBAMA/SEMA-AP. **Atlas das unidades de conservação do estado do Amapá**. Macapá. 2004

IBGE. **Estado do Amapá - Mapa de cobertura vegetal**: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2004.

INPE. Banco de imagens DGI-INPE. 2007 Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/n-index.php>>. Acesso em: 9 de agosto de 2007

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

_____. Seed Predation by Animals. **Ann. Review of Ecol. and Systematics**, v.2, p.465-492. 1971.

_____. An abandoned field is not a tree fall gap. **Vida Silvestre Neotropical**. 1990.

JONG, W. D. Developing swidden agriculture and the threat of biodiversity loss. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, v.63, p.187-197. 1997.

JORGE, M. S. P.; PERES C. A. Population Density and Home Range Size of Red-Rumped Agoutis (*Dasyprocta leporina*) Within and Outside a Natural Brazilian Nut Stand in Southeastern Amazonia. **Biotropica**, v.37, n.2, p.317-321. 2005.

KAINER, K. A., *et al.* Brazil nut seedling establishment and autoecology in extractive reserves of Acre, Brazil. **Ecological Applications**, v.8, n.2, p.397-410. 1998.

_____. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) seed characteristics, preimbibition and germination. **Seed Sci. & Technol.**, v.27, p.731-745. 1999.

_____. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **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.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. New York: Addison-Welsey Educational Publishers. 1999

LESCURE, J.-P.; PINTON F.; EMPERAIRE L. La gente y los productos florestales en la Amazonia central: El enfoque multidisciplinario del extrativismo. In: CLÜSENER-GODT, M.; SACHS, I. (Ed.). **Extractivismo en la Amazonia Brasileña: Perspectivas sobre el desarrollo regional**. París: UNESCO, v.18, p.62-95. 1994

LIMA, D. Coronel José Julio, O Czar do Jarí. Amazon View sem data Disponível em: <<http://www.amazonview.net/noticia.php?cod=288>>. Acesso em: 20/12/2008

LINS, C. **Jari 70 anos de história**. Rio de Janeiro: Dataforma. 1991

LOCATELLI, M., *et al.* **Estimativa de crescimento em altura e diâmetro de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) cultivada sob pastagem no estado de Rondônia**. Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais 2002.

MALDONADO, F. D.; D'ARCO E. **Técnica para o posicionamento confiável de pontos de levantamento de campo, nas imagens de satélite com uso de GPS navegador de baixo custo.** Geoambiente on-line. Jataí: Curso de Geografia - Universidade Federal de Goiás. 1 2003.

MAUÉS, M. M., Ed. **Reproductive phenology and pollination of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae).** Pollinating Bees - The Conservation Link Between Agriculture and Nature. Brasília: Ministry of Environment, p.245-254. 2002

METZGER, J. P. Landscape dynamics and equilibrium in areas of slash-and-burn agriculture with short and long fallow period (Bragantina region, NE Brazilian Amazon). **Landscape Ecology**, v.17, p.419-431. 2002.

_____. Effects of slash-and-burn fallow periods on landscape structure. **Environmental Conservation**, v.30, n.4, p.325-333. 2003.

MILLIKAN, B., J. LEITMANN, *et al.* **Lessons from the Rain Forest: Experiences of the Pilot Program to Conserve the Amazon and Atlantic Forests of Brazil.** The World Bank - Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2002

MMA. **Atlas das unidades de conservação do estado do Amapá.** Macapá: MMA/IBAMA-AP, GEA/SEMA. 2008

MORI, S. A., Ed. **The Brazil nut industry - Past, Present and Future.** Sustainable Harvest and Marketing of Rain Forest Products. Washington D.C.: Island Press. 1992

_____. Bonpland as the sole author of *Bertholletia excelsa*. The New York Botanical Garden 2008 Disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/lp/biblio_detail.php?irn=171361>. Acesso em: 29/10/2008

MORI, S. A.; PRANCE G. T. A guide to collect Lecythidaceae. **Ann. Missouri Bot. Garden**, v.74, p.321-330. 1987a.

_____. **Phenology of the Lecythidaceae.** Memoirs of The New York Botanical Garden. New York: New York Botanical Garden. 44: 124-136 p. 1987b.

_____. 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., *et al.* Evolution of Lecythidaceae with emphasis on the circumscription of neotropical genera: information from combined *NDFH* and *TRNL-F* sequence data. **American Journal of Botany**, v.94, n.289-301. 2007.

MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K).** EMBRAPA. Belém, p.1-25. 1984

MULLER, C. H.; CALZAVARA B. B. G. **Castanha-do-Brasil: recomendações básicas.** Belém: EMBRAPA_CPATU 1989.

- MYERS, G. P.; NEWTON A. C.; MELGAREJO O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v.127, p.119-128. 2000.
- MYERS, N. Shifting versus shifted cultivators. **Bioscience**, v.50, n.10, p.845-846. 2000.
- NEPSTAD, D., *et al.* Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. **Conservation Biology**, v.20, n.1, p.65-73. 2006.
- NOTMAN, E.; GORCHOV D. L. Variation in post-dispersal seed predation in mature peruvian lowland tropical forest and fallow agricultural sites. **Biotropica**, v.33, n.4, p.621-636. 2001.
- ORTIZ, E. G. Survival in a nutshell (Brazil nut trees). **Americas**, v.6, n.12, p.6-17. 1995.
- PACIOREK, C. J., *et al.* The demographics of resprouting in tree and shrub species of a moist tropical forest. **Journal of Ecology**, v.88, p.765-777. 2000.
- PALMER, M. W. Putting things in even better order: the advantages of canonical correspondence analysis. **Ecology**, v.74, n.8, p.2215-2230. 1993.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON B. L.; MCMAHON T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v.11, p.1633-1644. 2007.
- PEÑA-CLAROS, M.; BOO H. D. The effect of forest successional stage on seed removal of tropical rain forest tree species. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.261-274. 2002.
- PEREIRA, H. D. S. **Castanhais Nativos: um caso de domesticação incidental de uma espécie dominante do dossel de floresta tropical**. III Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais. Manaus- AM 2000.
- PEREIRA, H. D. S.; LESCURE J.-P. Extrativismo e Agricultura: As escolhas de uma população Kokama do médio Solimões. **Universo do Amazonas**, v.3, n.1, p.1-9. 1994.
- PERES, C. A. Why we need megareserves in Amazonia. **Conservation Biology**, v.19, n.3, p.728-733. 2005.
- PERES, C. A.; BAIDER C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, v.13, n.595-616. 1997.
- PERES, C. A., *et al.* Demographic Threats to the Sustainability of Brazil Nut Exploitation. **Science**, v.302, p.2112-2114. 2003.
- PERES, C. A.; ROOSMALEN M. V. Primate frugivory in two species-rich neotropical forests: implications for the demography of large-seeded plants in overhunted areas. In: LEVELEY, D. J.; SILVA, W. R., *et al.* (Ed.). **Seed Dispersal and Frugivory: Ecology Evolution and Conservation**: CABI Publishing 511. 2002

- 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.; TERBORGH J. Amazonian nature reserves: An analysis of the defensibility status of existing conservation units and design criteria for the future. **Conservation Biology**, v.9, n.1, p.34-46. 1995.
- PETERS, C. M. **The Ecology and Management of Non-Timber Forest Resources**. World Bank. Washington D.C. 1996
- PICANÇO, J. R. A. Reserva Extrativista do Rio Cajari: Verso e reverso da territorialização no sul do Amapá. (**Dissertação de mestrado**). Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.
- PINTO, L. F. A fazenda gigante no reino do Jari. Amigos da Terra - Amazônia Brasileira 2005 Disponível em: <<http://www.amazonia.org.br/opiniaio/print.cfm?id=171771>>. Acesso em: 23 de novembro de 2008
- PORTO, J. L. R. **Amapá: Principais transformações econômicas e institucionais - 1943 a 2000**. Macapá: Edição do Autor. 2006
- PRANCE, G. T.; MORI S. A. Observations on the fruits and seeds of neotropical lecythidaceae. **Brittonia**, v.30, n.1, p.21-33. 1978.
- RADAMBRASIL. **Mapa exploratório de solos Folha SA-22/Belém, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: IBGE 1974.
- RIBEIRO, F. V.; WANDELLI E. Castanheira (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais implantadas em áreas de pastagens degradadas na Amazônia Ocidental. **IV Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais**, n.Ilhéus - BA. 2002.
- RITCHIE, B., *et al.* **Crítérios e indicadores de sustentabilidade em florestas manejadas: um guia introdutório**. Indonésia: Centro para Pesquisa Florestal Internacional (CIFOR). 2001. 134 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, Brasil. (**Dissertação de mestrado**). Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, AC, 2006.
- RUMIZ, D. I.; MAGLIANESI M. A. Hunting impacts associated with Brazil nut harvested in the Bolivian Amazon. **Vida Silvestre Neotropical**, v.10, n.1-2, p.19-29. 2001.
- SALAFSKY, N.; DUGELBY B. L.; JHON W T. Can Extractive reserves save the rain forest? An Ecological and socioeconomic comparison of nontimber forest product extraction system in Péten, Guatemala and west Kalimantan, Indonesia. **Conservation Biology**, v.7, n.1, p.39-52. 1993.

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

SALOMÃO, R. P., *et al.* **Castanheira-do-Brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para as comunidades amazônicas**, 2003. p.

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). **Dissertação de Mestrado**. 2005.

SHANLEY, P.; MEDINA G., Eds. **Frutíferas e plantas úteis da vida amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon. 2005

SILVIUS, K. M.; FRAGOSO J. M. V. Red-rumped Agouti (*Dasyprocta leporina*) Home Range Use in an Amazonian Forest: Implications for the Aggregated Distribution of Forest Trees. **Biotropica**, v.35, n.1, p.74-83. 2003.

SKOLE, D., *et al.* **Secondary vegetation, ecological, social, and remote sensing issues**. Measurement and Modeling of the Inter-Annual Dynamics of Deforestation and Regrowth in the Brazilian Amazon. WALKER, R.; SALAS, W., *et al.* Florida State University 1999.

SOARES, J. E. D. C.; LEEUWEN J. V.; GOMES J. B. M. **O desenvolvimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) em plantios agroflorestais no município de Manacapuru, Amazonas, Brasil.**, sem data. p.

SOUSA, W. P. D. A dinâmica dos sistemas de produção praticados em uma unidade de conservação de uso direto na Amazônia - A reserva extrativista do Rio Cajari no estado do Amapá. (**dissertação de mestrado**). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2006. 167 p.

SPENCER, E. R. The decay of brazil nuts. **The Botanical Gazette**, v.72, n.5, p.265-292. 1921.

STATSOFT. **STATISTICA, data analysis software system** 2001.

SUNDERLIN, W. D.; RESOSUDARMO I. A. P. **Rates and causes of deforestation in Indonesia: Towards a Resolution of the ambiguities**. Bogor, Indonesia: CIFOR, v.9. 1996 (Occasional papers)

SWAINE, M. D.; WHITMORE T. C. On the definition of ecological species groups in tropical forests. **Vegetatio**, v.75, p.81-86. 1988.

SWARTZMAN, S.; MOREIRA A.; NEPSTAD D. Rethinking tropical forest conservation: Perils in parks. **Conservation Biology**, v.14, n.5, p.1351-1357. 2000.

SYNNOTT, T. J. **A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests**. University of Oxford. Oxford, UK, p.67. 1979

TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v.41, p.11-21. 2004.

TONINI, H.; JUNIOR M. M. C. D. O.; SCHWENGBER D. Crescimento de espécies nativas da Amazônia submetidas ao plantio no estado de Roraima. **Ciência Florestal**, v.18, n.2, p.151-158. 2008.

TRIVEDI, 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, p.118-122. 2004.

TUPIASSÚ, A.; OLIVEIRA N. V. C. **A castanha do Pará - Estudos preliminares**. IDESP. Belém, p.39. 1967

TURNER, M. G.; GARDNER R. H.; O'NEILL R. V. **Landscape ecology in theory and practice: pattern and process**. New York: Springer. 2001

UHL, C. Factors controlling succession following slash-and-burn agriculture in Amazonia. **Journal of Ecology**, v.75, n.2, p.377-407. 1987.

UHL, C.; BUSCHBACHER R.; SERRAO E. A. S. Abandoned pastures in eastern amazonia. I. Patterns of plant succession. **Journal of Ecology**, v.76, p.663-681. 1988.

UHL, C.; MAQUIRINO P. Successional patterns associated with slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. **Biotropica**, v.14, n.4, p.249-254. 1982.

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

VIANA, V. M., *et al.* Ecologia e manejo de populações de castanha-do-Pará em reservas extrativistas. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo**. Manaus: Ministério da Ciência e Tecnologia / INPA. 1998

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

WADT, L. H. O. **Manejo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia**. Rio Branco: Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias - Embrapa Acre: 67 p. 2004.

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

WADT, L. O., *et al.* Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation**, v.141, n.1, p.332-346. 2008.

WHITMORE, T. C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, v.70, n.3, p.536-538. 1989.

_____. A review of some aspects of tropical rainforest seedling ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE, M. D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedling**. Paris: UNESCO Paris & The Parthenon Publishing Group, v.17, p.3-39. 1996

WILLSON, M.; TRAVESET A., Eds. **The ecology of seed dispersal**. Seeds: The ecology of regeneration in plant communities. Wallingford, UK: CAB International. 2000

ZUIDEMA, P. A. **Ecología y manejo del árbol de Castaña (*Bertholletia excelsa*)**. Riberalta, Bolivia, v.6. 2003 (PROMAB Serie Científico)

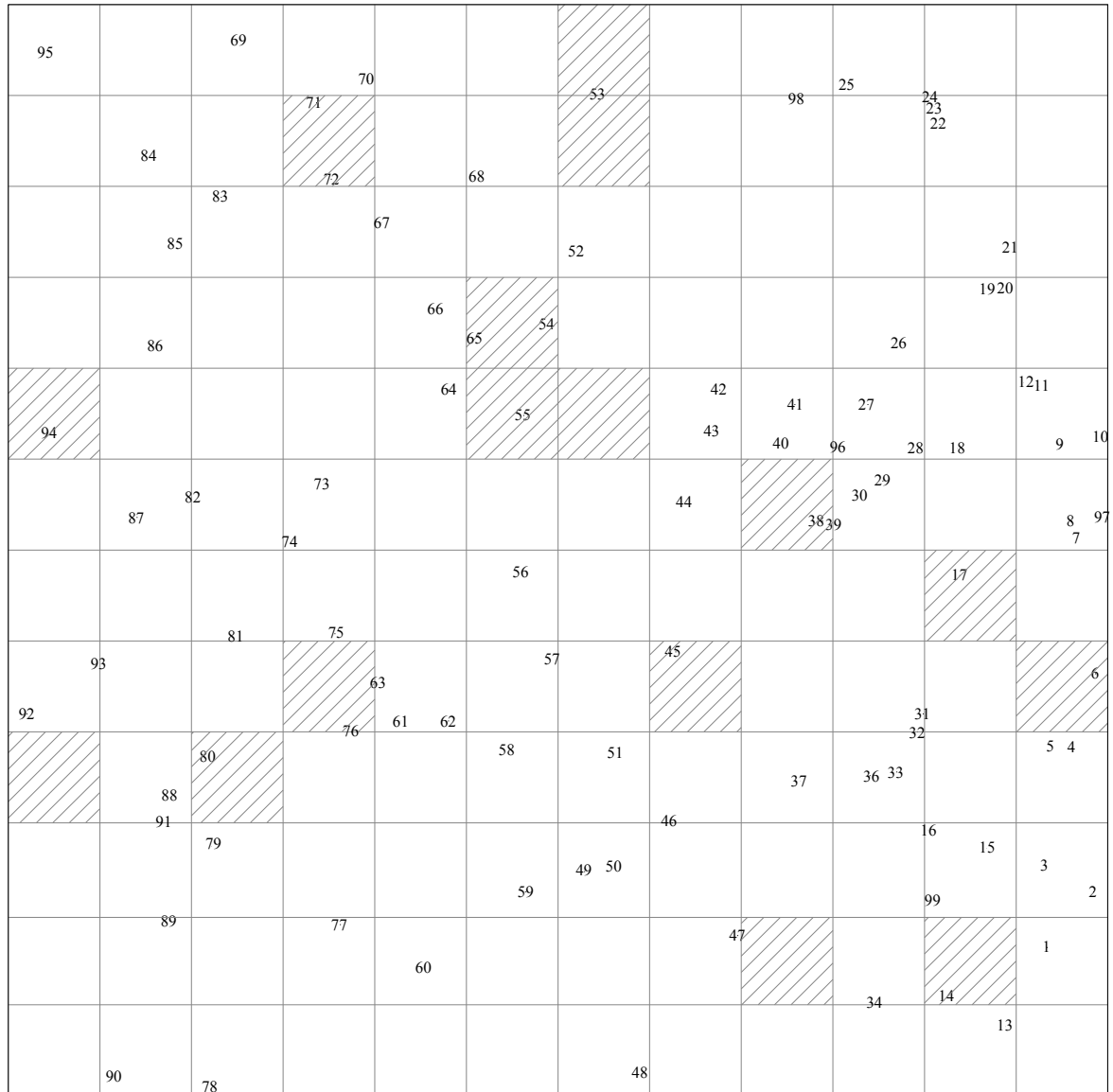
ZUIDEMA, P. A.; BOOT R. G. A. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, n.1-31. 2002.

ZUIDEMA, P. A.; DIJKMAN W.; RIJSOORT J. V. Crecimiento de plantines de *Bertholletia excelsa* H.B.K. en función de su tamaño y la disponibilidad de luz. **Ecología en Bolivia**, v.33, p.23-35. 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Representação das parcelas permanentes.

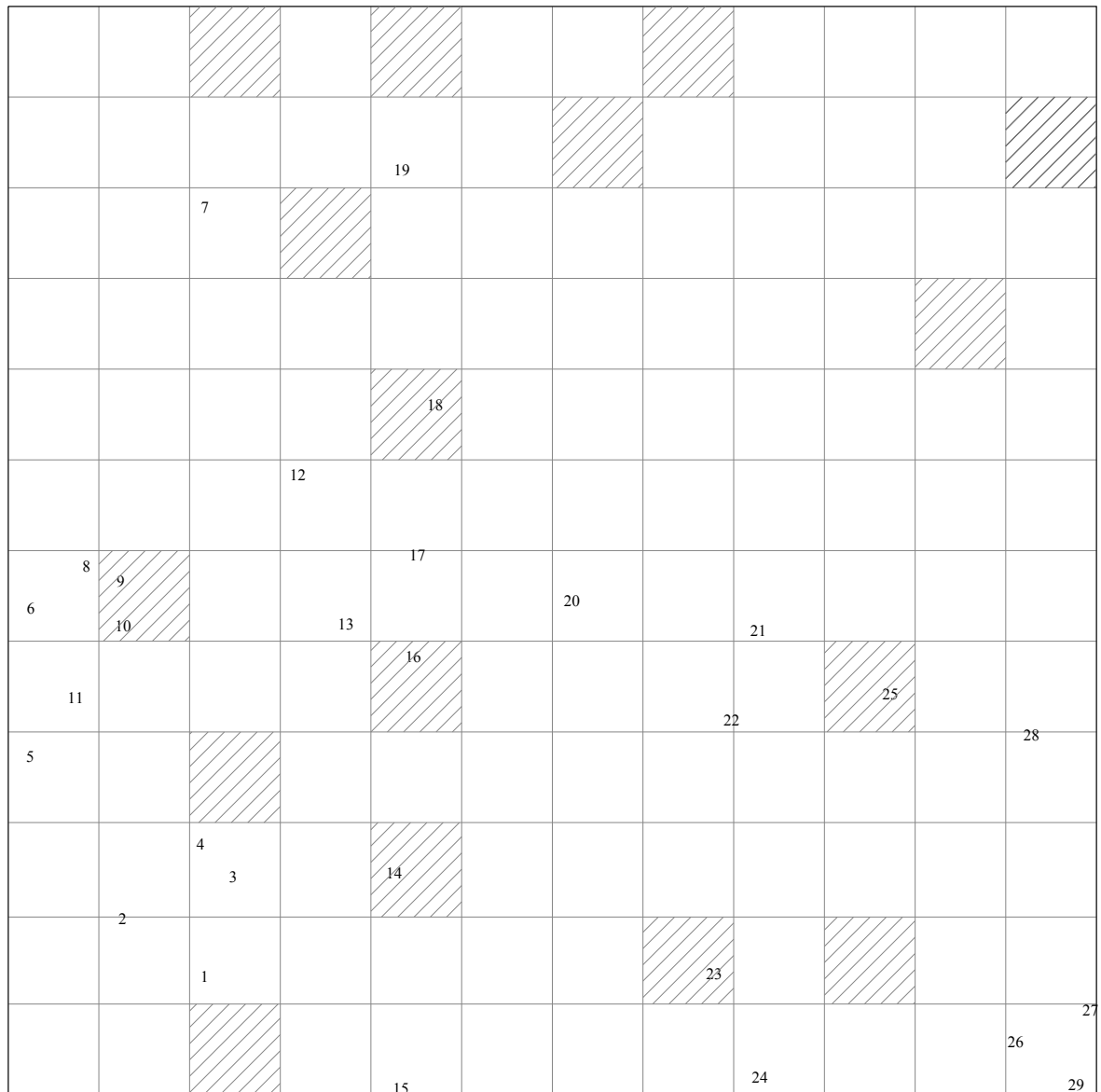
PARCELA I – Comunidade do Martins, colocação do Sr. Cláudio Palheta dos Santos



Foram localizadas 99 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) indicadas no mapa pela numeração. O inventário das plântulas e varetas ($DAP < 10$ cm) foi realizado nas 16 sub-parcelas de 25 m x 25 m destacadas pela hachura. As coordenadas de localização da parcela em UTM 22 sul são: Canto (0 m; 0 m) 354740; 9937877. Canto (300 m; 300 m) 354577; 9937496.

APÊNDICE I – Representação das parcelas permanentes.

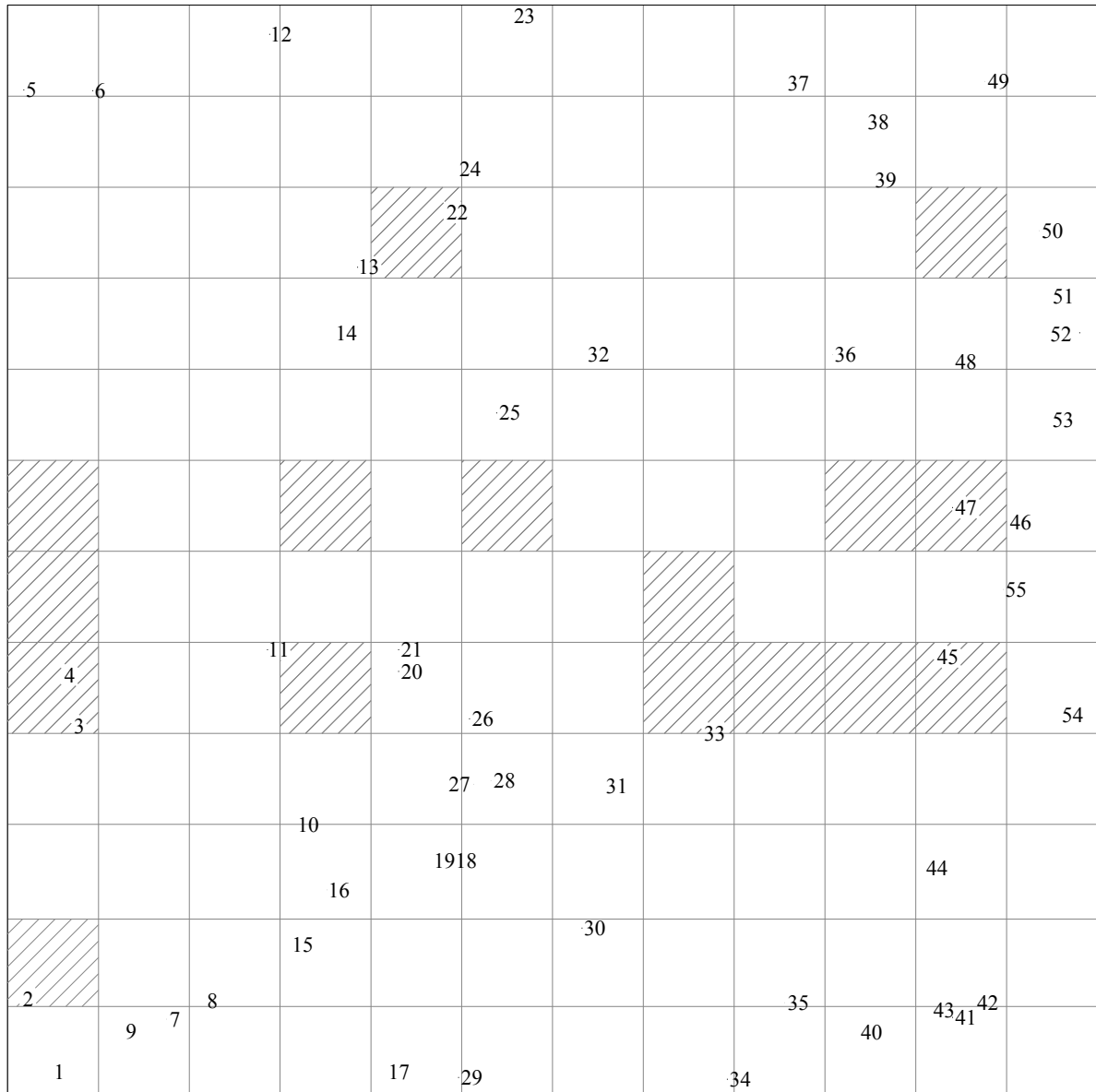
PARCELA II – Comunidade do Marinho, colocação do Sr. Afonso.



Foram localizadas 29 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) indicadas no mapa pela numeração. O inventário das plântulas e varetas ($DAP < 10$ cm) foi realizado nas 16 sub-parcelas de 25 m x 25 m destacadas pela hachura. As coordenadas de localização da parcela em UTM 22 sul são: Canto (0 m; 0 m) 362297; 9935396. Canto (300 m; 300 m) 362336; 993498.

APÊNDICE I – Representação das parcelas permanentes.

PARCELA III – Comunidade do Marinho, colocação do Sr. Natanael Gonçalves dos Santos



Foram localizadas 55 castanheiras ($DAP \geq 10$ cm) indicadas no mapa pela numeração. O inventário das plântulas e varetas ($DAP < 10$ cm) foi realizado nas 16 sub-parcelas de 25 m x 25 m destacadas pela hachura. As coordenadas de localização da parcela em UTM 22 sul são: Canto (0 m; 0 m) 353849; 9935811. Canto (300 m; 300 m) 364028; 9935433.

APÊNDICE II – Fotografias de alguns dos aspectos abordados.

Abertura do opérculo é insuficiente para a passagem da semente. Emergir diretamente do fruto é raro.



A) Abertura do opérculo e semente

B) Plântula emergindo do fruto

C) Mesma plântula aos 2 anos

Agrupamentos de frutos abertos por cotias no sub-bosque denso das áreas de capoeira.



D) Emaranhados de cipós em área de capoeira

E) Frutos abertos sob o emaranhado da fotografia anterior

Indícios da atividade alimentar das cotias nas áreas de cultivadas.



F) Escavam macaxeira e mandioca

G) Consomem espigas de milho

H) Se alimentam de abóboras

APÊNDICE II – Fotografias de alguns dos aspectos abordados.

Sequência de ciclos de corte-queima e rebrote de castanheiras estabelecidas nas áreas cultivadas.



I - 2° ciclo de crescimento



J - 3° ciclo de crescimento



K – Mais de 4 ciclos de crescimento

Indícios de ciclos anteriores de crescimento por meio da observação da base de castanheiras.



L - Cicatrizes do ciclo anterior



M - Espessamento no colo



N - Calosidades e nós no tronco

Indícios de ciclos anteriores de crescimento por meio da observação do solo sob as castanheiras.



O - Cepa enterrada



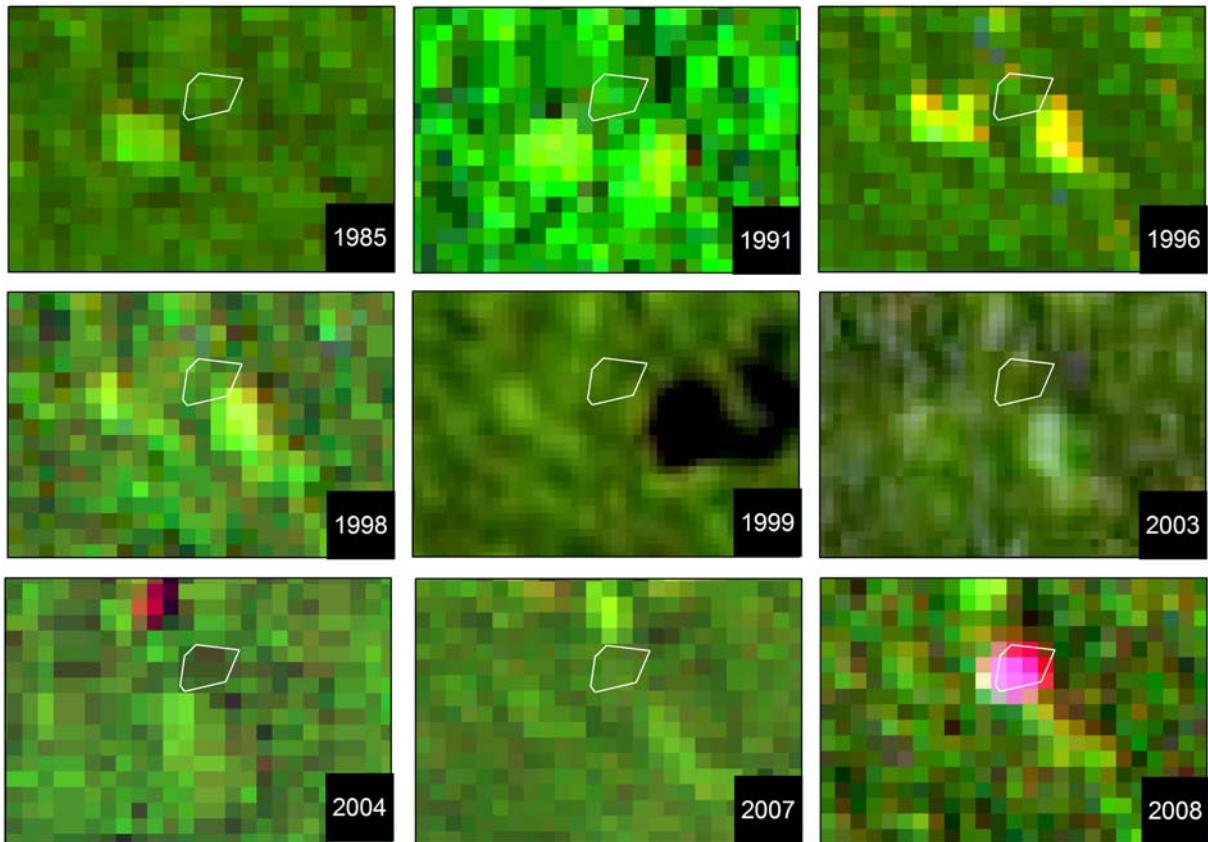
P - Decomposição total da cepa, brotos em círculo.



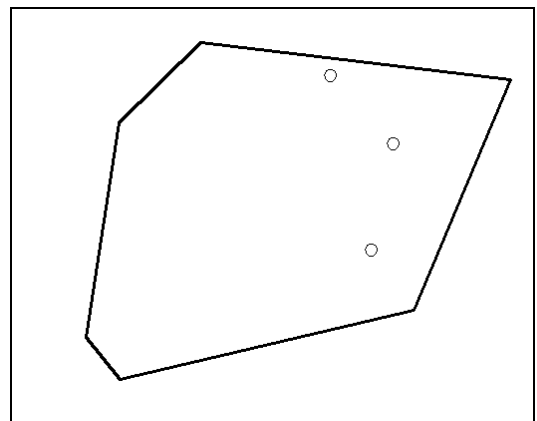
Q - Presença da semente

APÊNDICE III – Confirmação do histórico de uso das áreas agrícolas por imagens Landsat.

Exemplo de área de primeiro ciclo de cultivo:



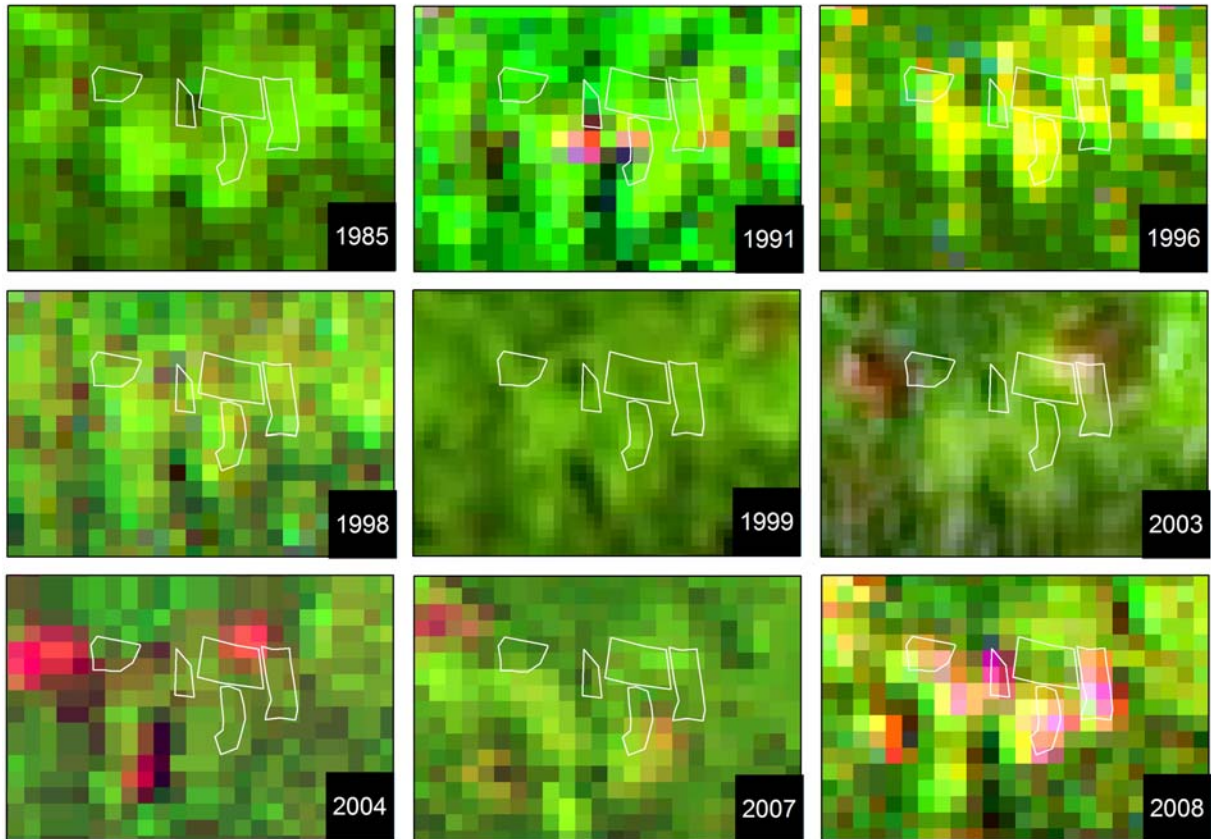
Nota-se que o polígono da área de cultivo de primeiro ciclo, que aparece sobreposto à mancha de cor rosa (solo exposto) na imagem mais recente (2008), ocupa um local que até então não havia sido cultivado, apesar de já ter havido cultivos próximos, evidentes nas manchas de tonalidades mais claras nas imagens de 1985, 1991 e 1996.



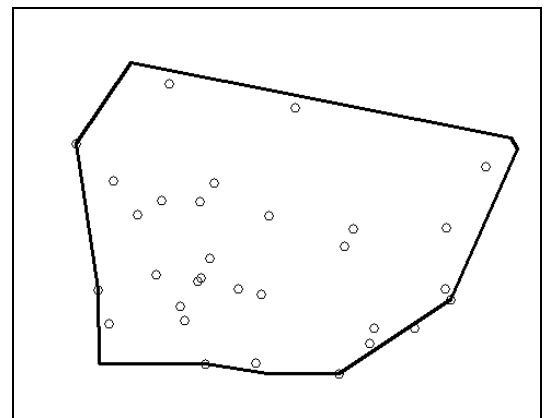
Neste exemplo, apresenta-se uma área com 7056 m² contemporaneamente ocupada por roça de primeiro ciclo, onde foram encontradas apenas três regenerações de castanheira, o que equivale a uma densidade de 4,25 ind.ha⁻¹. O local não foi declarado como protegido da re-implantação de cultivos, o que é comum para áreas de primeiro ciclo.

APÊNDICE III – Confirmação do histórico de uso das áreas agrícolas por imagens Landsat.

Exemplo de área com três ou mais ciclo de cultivo:



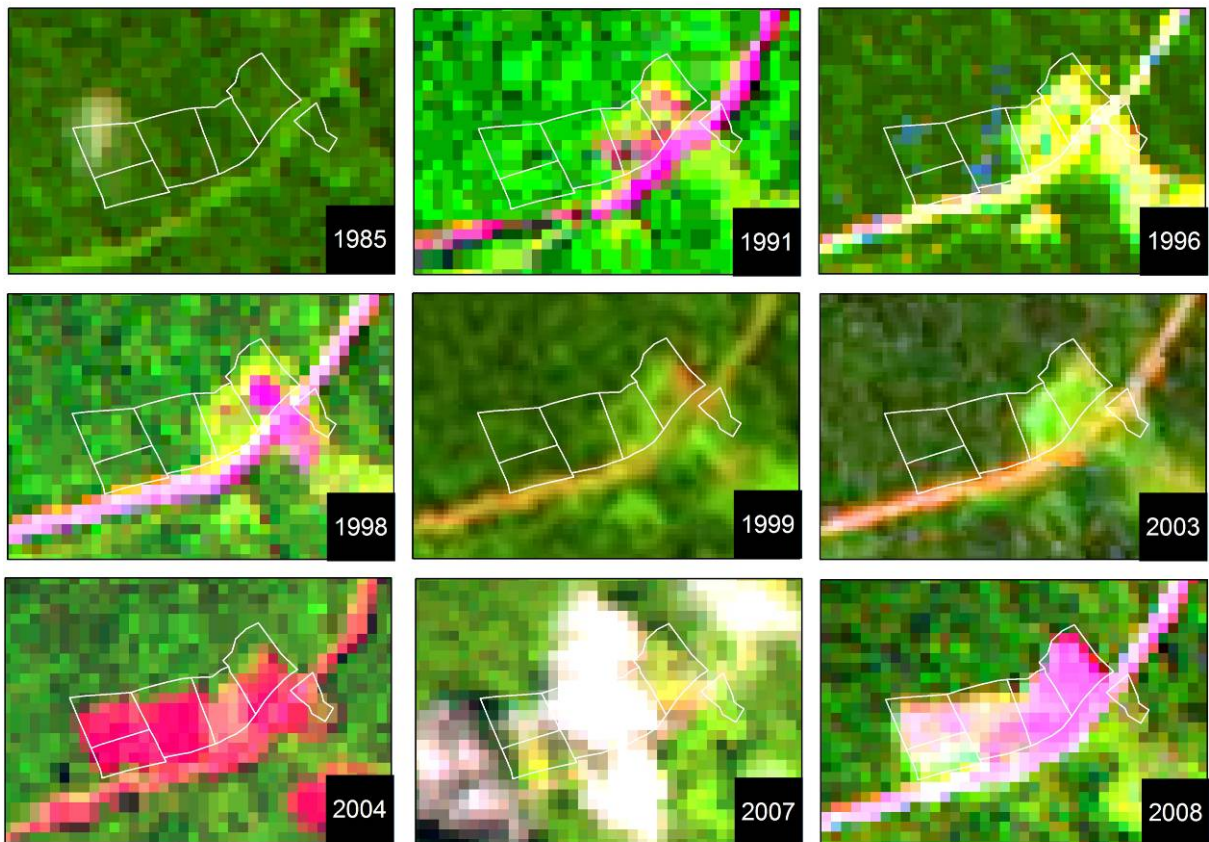
Neste exemplo estão em evidência cinco áreas de cultivo situadas em um local com longo histórico de uso agrícola. Nota-se que os cultivos itinerantes são anteriores à imagem mais antiga (1985) e cada um deles foi cultivado pelo menos mais uma vez no intervalo que representa a dinâmica de 24 anos de uso.



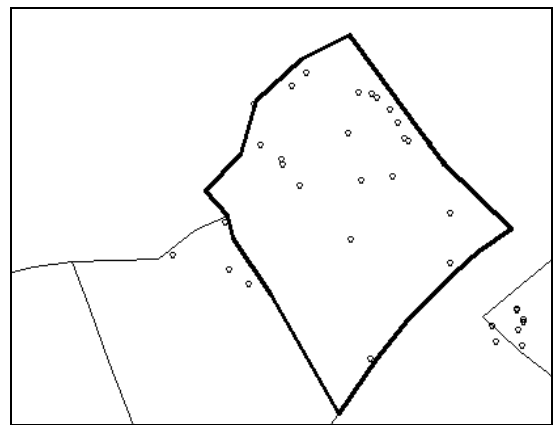
No polígono destacado foram encontradas 31 regenerações de castanheira em 4366 m² de área, o que equivale a uma densidade de 71 ind.ha⁻¹. O agroextrativista declarou seu interesse em proteger as regenerações de castanheira e de não implantar ou permitir que outros moradores implantem novos cultivos no local. Este é um fato comum para as capoeiras preservadas após três ou mais ciclos de cultivo.

APÊNDICE III – Confirmação do histórico de uso das áreas agrícolas por imagens Landsat.

Exemplo de área de pastagem com histórico de uso misto:



Neste exemplo são apresentadas áreas com histórico de uso misto, onde o pasto foi implantado após uso por roça. Observa-se que o atual pasto contíguo pode ser dividido em duas frações com históricos de uso distintos. Os dois polígonos da esquerda foram abertos em 1991, cultivados e deixados em pousio antes de se tornarem pasto. Os demais polígonos foram pastos implantados diretamente em área de floresta, no ano de 2004.



No polígono destacado foram encontradas 23 regenerações de castanheira em 30167 m² de área, o que equivale a uma densidade de 7,62 ind.ha⁻¹. Todos os indivíduos eram rebrotes, o que indica que a pastagem não tem favorecido o ingresso de novas plântulas e que as regenerações encontradas foram estabelecidas no ciclo anterior de cultivo e pousio.

