

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

ENEIDE TAUMATURGO MACAMBIRA BRAGA

**DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E PRODUÇÃO DE *Bertholletia excelsa* H.B.K.
(LECYTHIDACEAE) NO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE - BRASIL**

Rio Branco - AC
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

**DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E PRODUÇÃO DE *Bertholletia excelsa* H.B.K.
(LECYTHIDACEAE) NO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE - BRASIL**

ENEIDE TAUMATURGO MACAMBIRA BRAGA

Orientadora: Lúcia Helena de Oliveira Wadt, Dra

Co-orientadora: Karina Martins, Dra

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

Rio Branco - AC

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais

Título: DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E PRODUÇÃO DE *Bertholletia excelsa* H.B.K. (LECYTHIDACEAE) NO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE - BRASIL

Autora: Eneide Taumaturgo Macambira Braga

Orientadora: Lúcia Helena de Oliveira Wadt, Dra

Co-orientadora: Karina Martins, Dra

Banca examinadora:

Evandro José Linhares Ferreira
Professor – UFAC

Cleber Ibraim Salimon
Professor – UFAC

Christopher Baraloto
Professor – UF (Universidade da Florida)

Elder Ferreira Morato
Professor – UFAC

À Minha Família

Esposo: Jorge Luis

Minhas filhas: Marcela, Fernanda, Vanessa e Andressa

DEDICO

Aos meus familiares

Meus avós *in memoriam* Mariêta e Ernani,

Minha mãe Lenita e meu padrasto Higino,

Minhas irmãs Karina e Tatiana

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A DEUS pela sua infinita misericórdia e seu incomparável amor e por mais uma vitória alcançada nessa trajetória de vida.

À SEATER na pessoa do meu Gerente Ivanildo, pelo apoio e compreensão durante esta jornada.

À Universidade Federal do Acre (UFAC), por oferecer um programa de Mestrado para nossa comunidade, possibilitando assim uma melhoria em nossa sociedade com formação de Mestres.

À EMBRAPA – AC, por todo apoio técnico e logístico necessários para realização desta pesquisa.

AO IIEB, pela concessão da bolsa e todo apoio através das pessoas do Enio e Janilda, sempre muito educados em me atender contribuindo muito neste processo.

À Dra Lúcia Helena de Oliveira Wadt, por ser minha orientadora, conselheira e amiga, com quem aprendi muito neste percurso e sua incansável dedicação em ensinar que é seu dom natural.

À Dra Karina Martins, por todo acompanhamento e dedicação a este estudo e pela amizade conquistada e admiração que adquiri não só como uma excelente profissional mais pelo ser humano que é.

Aos colegas técnicos da EMBRAPA-Acre, Aldeci e Paulo por todo apoio nas coletas de campo e pela amizade que construímos neste processo.

Ao Senhor Nilton Santos e Clóves por cederem suas propriedade para este estudo.

Ao senhor Edílson, técnico de campo da UFAC, por todo apoio.

Aos extrativistas: Valderi, Alzenira, Gonzaga e sua esposa Emilse e Moisés.

À minha cunhada Sônia Fernandes pelo apoio nas correções.

Às colegas de mestrado Daniele, Francislane e Valena, pela amizade firmada nesse processo.

Ao casal maravilhoso Andréa e Emerson, pela ajuda essencial em etapas dessa pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho Ivanildo, Idalete, Gilmar, Gilda, Jarbas, Dantas, Jorge, Celito e Lani, por toda compreensão e apoio que me deram.

Aos meus irmãos em Cristo por orarem por mim em especial à irmã Mazinha e sua família, por todo apoio dado à minha família.

À minha mãe e ao meu padastro Higino pelo incentivo e conselhos e minhas irmãs Tatiana e Karina, por torcerem por mim.

E finalmente um agradecimento especial ao meu esposo Jorge Luis e minhas filhas pela compreensão, amor, apoio e incentivo em minhas diversas viagens a campo e por acreditarem em mais esse desafio. Sem esse apoio seria impossível alcançar mais esta vitória, muito obrigada.....Amo vocês.....

A todos o meu muito obrigada.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABELAS	IV
RESUMO	V
SUMMARY	VII
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 ETNOCIÊNCIA, CONHECIMENTO TRADICIONAL E CONHECIMENTO CIENTÍFICO	2
2.2 <i>BERTHOLLETIA EXCELSA</i> H.B.K.	4
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA	4
2.2.2 MORFOLOGIA	5
2.2.3 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	7
2.2.4 ESTRUTURA POPULACIONAL E REGENERAÇÃO	8
2.2.5 BIOLOGIA REPRODUTIVA	10
2.2.6 USO E MANEJO	11
2.2.7 CONHECIMENTO TRADICIONAL SOBRE A CASTANHEIRA	14
3 HIPÓTESES	16
4 OBJETIVO GERAL	16
5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
6 MATERIAL E MÉTODOS	18
6.1 ÁREAS DE ESTUDO	18
6.2 DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUE DISTINGUEM OS DOIS TIPOS DE CASTANHEIRAS	19
6.3 AMOSTRAGEM	20
6.4 COLETA DE DADOS	20
6.4.1 MAPEAMENTO	20
6.4.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO TIPO	20
6.4.3 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DAS CASTANHEIRAS	21
6.4.4 PRODUÇÃO DE FRUTOS	23
6.4.5 DADOS MORFOMÉTRICOS DE FRUTOS E SEMENTES	23
6.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
6.5.1 FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE CASTANHEIRAS BRANCAS E VERMELHAS	25
6.5.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	25
6.5.3 DADOS MORFOMÉTRICOS	25

<u>7</u>	<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	<u>27</u>
7.1	OCORRÊNCIA	27
7.2	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	28
7.3	DAP DE CASTANHEIRAS VERMELHAS E BRANCAS	31
7.4	CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DAS ÁRVORES	31
7.5	PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DE FRUTOS E SEMENTES	33
<u>8</u>	<u>CONSIDERAÇÕES PARA O MANEJO</u>	<u>37</u>
<u>9</u>	<u>CONCLUSÕES</u>	<u>39</u>
<u>10</u>	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>40</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prancha botânica de <i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K. (Fonte: Mori & Prance, 1990).	5
Figura 2. Castanheiras classificadas por extrativista como vermelha (esquerda) e branca (direita).	15
Figura 3. Mapa do Estado do Acre, indicando as quatro áreas selecionadas para o estudo. Mapa elaborado usando Base Cartográfica de acervo próprio. Jorge Luís. 2007.	19
Figura 4. Cor do pó da castanheira branca (esquerda) e vermelha (direita).	21
Figura 5. Características morfológicas das castanheiras: a) tronco reto; b) tronco cônico; c) base do tronco reta; d) base do tronco com saliências; e) copa para cima; e f) copa guarda-chuva.	22
Figura 6. Formatos de opérculos ovóide (a) e pontiagudo (b).	23
Figura 7. Freqüência de ocorrência de castanheiras brancas e castanheiras vermelhas nos quatro locais de estudo.	28
Figura 8. Representação gráfica da posição geográfica de castanheiras brancas e vermelhas nos quatro locais de estudo.	29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Análise do padrão de distribuição espacial de castanheiras nas seis áreas de estudo, considerando todas as castanheiras e a separação entre os tipos classificados. _____	30
Tabela 2. DAP médio de castanheiras vermelhas e brancas nas quatro áreas de estudo. _____	31
Tabela 3. Porcentagem de ocorrência das variáveis morfológicas da árvore para os tipos de castanha branca e vermelha. PC=para cima, GC=guarda-chuva. _____	32
Tabela 4. Variáveis morfométricas de frutos e sementes de 31 castanheiras, Colocação Rio de Janeiro, RESEX Chico Mendes. _____	34
Tabela 5. Análise de variância para as oito características morfométricas avaliadas em frutos e sementes de castanheiras brancas e vermelhas, Colocação Rio de Janeiro. _____	35

**DIVERSIDADE MORFOLÓGICA E PRODUÇÃO DE *Bertholletia excelsa*
H.B.K. (LECYTHIDACEAE) NO SUDESTE DO ESTADO DO ACRE - BRASIL**

Autora: Eneide Taumaturgo Macambira Braga
Orientadora: Lúcia Helena de Oliveira Wadt, Dra
Co-orientadora: Karina Martins, Dra

RESUMO

Bertholletia excelsa H.B.K. (Lecythidaceae) é uma espécie arbórea da região Amazônica de onde se coletam os frutos para produção de castanha-do-brasil. Os extrativistas do sudeste do Acre relatam a existência de dois tipos de castanheira, as brancas e vermelhas, sendo que a diferença entre as mesmas está na cor da madeira, no potencial produtivo, no aspecto e porte das árvores e na morfologia e tamanho dos frutos e sementes. O presente estudo foi realizado para avaliar os padrões de variação ecológica (densidade, distribuição espacial e produção de frutos e de sementes) e morfológica (características do tronco, copa, morfometria de frutos e sementes) em castanheiras vermelhas e brancas, com o intuito de orientar decisões de manejo da castanha-do-brasil buscando aumento da produção e conservação da espécie. Para o estudo foram selecionadas quatro áreas no sudeste do Estado do Acre (municípios de Senador Guomard, Plácido de Castro, Epitaciolândia e Rio Branco). Foram amostradas e georreferenciadas 334 castanheiras, as quais foram classificadas quanto ao tipo (branca ou vermelha), aspectos morfológicos (forma da copa e do tronco) e medido o diâmetro a altura do peito (DAP). Também foram utilizados dados de produção média anual de 133 castanheiras da Colocação Rio de Janeiro (Epitaciolândia) e dentre essas foram selecionadas aleatoriamente 16 castanheiras brancas e 15 vermelhas para obtenção de dados morfométricos de frutos e sementes. Das 334 castanheiras, 216 (65%) foram classificadas como vermelhas e 118 (34%) como brancas, apresentando freqüências diferentes ($p < 0,0001$). Em relação ao padrão de distribuição espacial os dois tipos não apresentaram diferenças. O DAP médio das castanheiras vermelhas foi maior que das brancas, 112,04 cm ($\pm 33,73$) e 83,91 cm ($\pm 31,53$), respectivamente. A forma da copa e do tronco foram importantes para a classificação dos tipos ($p < 0,001$). A produção média de frutos das castanheiras vermelhas e brancas foi significativamente diferente ($p = 0,004$), com

média anual de 75,5 ($\pm 89,7$) frutos para as castanheiras vermelhas e 31,1 ($\pm 29,9$) frutos para as castanheiras brancas. De uma maneira geral, os frutos da castanheira vermelha foram maiores, mais pesados e com menor número de sementes do que os da castanheira branca. Neste estudo, as características usadas pelos extrativistas do sudeste do Acre para classificar as castanheiras em vermelhas e brancas foram consistentes para a separação dos tipos, e a classificação popular da espécie foi considerada importante para o manejo, especialmente quando se tratar de estratégias que visem o aumento da produtividade como, por exemplo, o enriquecimento das populações naturais.

**MORPHOLOGIC DIVERSITY AND PRODUCTION OF *Bertholletia excelsa*
H.B.K. (LECYTHIDACEAE) IN SOTHEAST OF THE STATE OF ACRE - BRASIL**

Author: Eneide Taumaturgo Macambira Braga

Adviser: Lúcia Helena de Oliveira Wadt, Dra

Co-adviser: Karina Martins, Dra

SUMMARY

Bertholletia excelsa H.B.K. (Lecythidaceae) is an Amazon specie which fruits are collected from wild for the production of Brazil nut. The extractivists from the southeast of Acre describe the existence of 2 types of Brazil nut tree, the whites and reds. The difference between them is the color of the wood the potential productive the aspect and size of the trees and the morphology and size of the fruits and seeds. This study was realized to evaluate the patterns of ecologic (density, space distribution and production of fruits and seeds) and morphologic (trunk characteristics, crown, morphometry of fruits and seeds) variation in red and white brazil nut trees in order to orient decisions about management to increase the production and conservation of the specie. Four areas in Acre State (counties of Senador Guiomard, Plácido de Castro, Epitaciolândia and Rio Branco) were sampled. 334 brazil nut trees were recorded and mapped, which were classified by the type (red and white), morphologic aspects (crown and trunk form) and diameter of breast height (DBH). It was also used annual average data of production of 133 brazil nut trees from Colocação Rio de Janeiro (Epitaciolândia) and inside these it was selected randomly 16 white brazil nut trees and 15 reds to obtain morphologic data of fruits and seeds. Of the 334 brazil nut trees, 216 (65%) were red and 118 (34%) were white with different frequencies ($p < 0,0001$). For the spacial distribution both types were similar. The average DBH from the red brazil nut tree was higher than the white ones, 112,04 cm ($\pm 33,73$) and 83,91 cm ($\pm 31,53$), respectively. The crown and trunk form was important for the classification of the types ($p < 0,001$). The average production of the fruits from the red and white brazil nut trees was different ($p = 0,004$), with annual average of 75,5 ($\pm 89,7$) fruits for reds and 31,1 ($\pm 29,9$) fruits for the whites brazil nut trees. Overall the fruits from the red brazil nut tree were bigger, heavier and with the less number of seeds from the white brazil nut tree.

In this study the characteristics used from the extractivists of the southeast of Acre to classify the brazil nut trees in whites and reds were important to separate the types, and it was considered important for the management of the specie especially when drawing strategies for increase production like enrichment of natural population for example.

1 INTRODUÇÃO

A castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K., Lecythidaceae) é uma árvore ligada à cultura das comunidades que habitam toda a Amazônia. Trata-se de uma espécie endêmica, com valor econômico, social e ambiental destacado. Da castanheira, coleta-se os frutos para obtenção da castanha-do-brasil, sendo também conhecida como castanha-do-pará e castanha-da-amazônia.

No Estado do Acre, a coleta de castanha-do-brasil é praticada desde sua colonização, sendo até os dias de hoje uma atividade econômica e culturalmente importante para os ribeirinhos, pequenos produtores, seringueiros e indígenas. Representa uma das mais importantes atividades florestais do Estado, sendo responsável, em 2003, por 16% da arrecadação do setor florestal (IBGE/SIDRA, 2005).

As pessoas que vivem da coleta da castanha-do-brasil, na região do Baixo-Acre, reconhecem dois tipos de castanheiras: as brancas e as vermelhas. Essa distinção é consistente entre os castanheiros, os quais consideram como principais diferenças a cor da madeira, a forma do tronco e da copa e o potencial produtivo. Segundo castanheiros com experiência de mais de 20 anos na coleta da castanha, as diferenças de potencial produtivo são nítidas entre a castanheira vermelha e a branca. A vermelha produz mais e suas amêndoas são maiores e mais oleaginosas. No entanto, o histórico de exploração da madeira da castanheira vermelha, citado pelos extrativistas é preocupante, pois além das características citadas acima a castanheira vermelha era preferida pelos madeireiros, por apresentar madeira com boa resistência à degradação quando exposta ao sol, e não empenar. Já a madeira da castanheira branca, não tinha valor no mercado e quando era serrada causava danos às lâminas das motosserras.

Em função dessas informações, o presente estudo foi desenvolvido para avaliar os padrões de variação ecológica (densidade, distribuição espacial e produção de frutos e de sementes) e morfológica (características do tronco, copa, morfometria de frutos e sementes) em castanheiras vermelhas e brancas, com o intuito de orientar decisões de manejo da castanha-do-brasil buscando aumento da produção e conservação da espécie.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Etnociência, conhecimento tradicional e conhecimento científico

O conhecimento tradicional pode ser definido como o saber e o saber fazer, a respeito do mundo natural e sobrenatural, gerados no âmbito da sociedade não urbana/industrial e transmitidos oralmente de geração em geração (Diegues, 2000). Entre os enfoques que mais têm contribuído para estudar o conhecimento tradicional está a Etnociência, a qual se utiliza da lingüística para estudar o conhecimento das populações humanas sobre os processos naturais, ou seja, como o meio ambiente é percebido pelo homem (Posey, 1987 citado por Diegues, 2000).

Embora a Etnociência tenha começado a se destacar como uma disciplina acadêmica na década de 1950 (Souza, 2004), os estudos nessa área já datam de muitos séculos. Na área de etnobotânica, por exemplo, um dos primeiros estudiosos pode ser considerado John Gerard, que publicou um livro muito popular sobre plantas medicinais, "The Herball", em 1597. Porém, somente em 1896 o autor W. Harshberger usou o termo "etnobotânica", na publicação "The purposes of ethnobotany" (Balick & Cox, 1996; Piso, 1658 citados por Begossi, 1998).

No domínio científico, torna-se cada vez mais expressivo o número de trabalhos na área da Etnociência, em seus vários ramos (Etnobotânica, Etnobiologia, Etnoecologia, etc.) (Diegues, 2000). Os ramos da Etnociência têm um caráter interdisciplinar, pois estudam uma diversidade de tópicos, como por exemplo, os fatores culturais, sociais, políticos, biológicos, econômicos e ecológicos que determinam se uma espécie é percebida pelo homem como um recurso; como está distribuído o conhecimento popular entre as populações humanas locais; como as pessoas diferenciam e classificam os elementos vivos nos seus ambientes naturais e, até que ponto as decisões tomadas sobre o uso e manejo dos recursos naturais são adaptativos (Alcorn, 1995 citado por Fonseca-Kruel et al., 2005).

As populações tradicionais não somente convivem com a biodiversidade, como também nomeiam e classificam as espécies segundo suas próprias categorias e nomes, originando a etnoclassificação. Para Balick & Cox (1996) citados por Diegues (2000) o conhecimento tradicional e o científico ocidental estão epistemologicamente próximos, uma vez que ambos se baseiam numa constatação empírica. Entretanto, como comentado por Daly (1998), os nomes populares devem ser tratados com tanto rigor como os nomes científicos, porém com cautela, uma vez que o grau de

correlação entre as chamadas espécies populares e as espécies científicas é alto, mas imperfeita e as classificações de espécies populares quebram freqüentemente os paralelos. Por exemplo, em 1994, alguns consumidores norte-americanos sofreram um envenenamento não fatal quando consumiram chá de uma erva tóxica comercializada como erva-mate (*Ilex paraguariensis*) (Daly, 1998).

Investigações etnobotânicas têm sido utilizadas na busca por germoplasma, novos medicamentos, novas variedades agrícolas e outras atividades coletivamente referidas como prospecção de biodiversidade. Neste contexto, a identificação taxonômica correta torna-se fundamental, pois falhas na identificação dos materiais pode resultar em coleções caras e infrutíferas e em testes agronômicos ou farmacêuticos com espécies erradas, podendo até causar riscos à saúde humana (Daly, 1998).

Neste sentido, estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de averiguar se determinada etnoclassificação é sustentada por diferenças genéticas e morfológicas, ou seja, se o agrupamento de indivíduos da espécie com base em características genéticas está de acordo com o agrupamento desses mesmos indivíduos em relação à etnoclassificação. Em um estudo no Amazonas, com a pupunha (*Bactris gassipaes* Kunth), Clement (2002) constatou, por meio de análises moleculares, que três raças de pupunha etnoclassificadas de acordo com características morfológicas, consistem em apenas duas raças geneticamente distintas.

Casas & Caballero (1996), por outro lado, constataram que a etnoclassificação de variedades de *Leucaena esculenta* Benth., no México, foi confirmada cientificamente por caracteres morfológicos de frutos e sementes. A consistência da etnoclassificação também foi constatada em mandioca (*Manihot esculenta*). Um estudo realizado no Amazonas e no litoral sul do Estado de São Paulo, com cultivares de mandioca etnoclassificadas como “mandioca brava” e “aipim”, confirmou tanto genética como morfológicamente a etnoclassificação, e, portanto, pode-se distinguir cientificamente dois grupos de mandioca (Peroni, 2004). Ainda com a mandioca, um outro estudo realizado na África, comprovou cientificamente, por meio de marcadores moleculares (RAPD), que a etnoclassificação de cultivares corresponde a grupos distintos geneticamente (Mkumbira et al., 2003).

A copaíba (*Copaifera* spp), no Estado do Acre, é popularmente classificada em seis tipos definidos de acordo com características morfológicas de casca e folhas (Rigamonte-Azevedo, 2004). No entanto, a identificação botânica no nível de espécie para esses tipos de copaíba ainda não está bem definida, mas há evidências de que

os tipos reconhecidos popularmente apresentem diferenças quanto à produção de óleo-resina Rigamonte-Azevedo (2004).

Conforme demonstrado pelos estudos citados acima, o conhecimento tradicional sobre a ecologia, considerando aqui também a botânica, de espécies com potencial econômico é importante para a ciência no sentido de se definir a dinâmica populacional para determinada espécie e com base nessas informações o manejo sustentável.

2.2 *Bertholletia excelsa* H.B.K.

2.2.1 Classificação Botânica

Bertholletia excelsa H.B.K. é uma Angiosperma da classe Dicotiledônea, ordem Myrtiliflorae, família Lecythidaceae. Foi considerada uma espécie da família Myrtaceae até 1825, quando as Lecythidaceae passaram a constituir uma família à parte (Mori & Prance, 1990). A espécie foi descrita pela primeira vez em 1807 a partir de um exemplar cultivado no sul da Venezuela. É considerada como sendo a única espécie do gênero, embora haja registros de divergência entre botânicos com respeito à classificação da castanheira (Mori & Prance, 1990).

Souza (1963) relata essa divergência e comenta que botanicamente a castanheira é classificada como *Bertholletia excelsa* H.B.K., mas que Miers, em 1874, descreveu outra espécie coletada no Estado do Amazonas, *Bertholletia nobilis* Miers. Todavia, Mori & Prance (1990) argumentam que tal classificação baseia-se apenas em características que não são válidas para diferenciar espécies de Lecythidaceae, considerando, portanto, *B. nobilis* sinonímia de *B. excelsa*. A Figura 1 mostra a prancha de uma exsicata de *Bertholletia excelsa*.

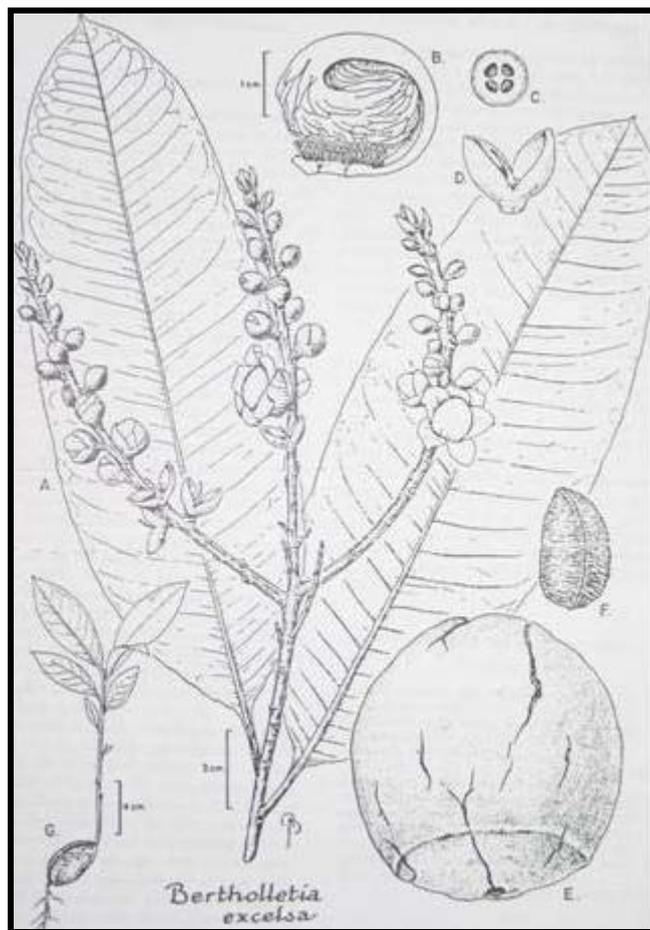


Figura 1. Prancha botânica de *Bertholletia excelsa* H.B.K. (Fonte: Mori & Prance, 1990).

2.2.2 Morfologia

A castanheira é uma espécie arbórea que pode atingir até 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro a altura do peito (DAP) (Corrêa, 1931; Salomão et al., 1995) podendo atingir uma idade superior a 1000 anos (Ortiz, 2002). De acordo com Baider (2000), a primeira estimativa de idade de castanheira foi feita por Pires & Prance (1984), o qual sugere que uma castanheira com 446 cm de DAP tenha cerca de 1400 anos, levando-se em conta uma taxa de crescimento menor que um centímetro ao ano. Recentemente um estudo de datação com carbono radioativo estimou 840 anos para uma castanheira com 45,2 cm de DAP, 996 anos para outra com 101,0 cm de DAP e 668 anos para uma castanheira com 129,5 cm de DAP (Vieira et al., 2005).

Segundo Corrêa (1931), *Bertholletia excelsa* é descrita da seguinte forma: “caule cilíndrico, liso e desprovido de ramos até a fronde; casca escura e fendida; ramos curvados nas extremidades; folhas esparsas, alternas, pecioladas (pecíolo cilíndrico-canaliculado), oblongas ou ovado-oblongas, curto-acuminadas, onduladas,

verde-escuras, brilhosas na parte superior e pálida na inferior, glaucas, reticulado-nervadas e com a nervura média levemente aveludada na parte superior”.

As flores da castanheira estão dispostas em panículas terminais, eretas; medem cerca de três centímetros de diâmetro, são zigomorfas pedunculadas, com seis pétalas carnosas brancas, brancacentas ou branco-ocráceas (Corrêa, 1931; Moritz, 1984). Possuem de 80 a 130 estames e o estigma pode ser tanto longo como curto (Moritz, 1984). Apresentam quatro ou cinco lóculos, com cinco óvulos cada, totalizando 20 a 25 óvulos por flor (Maués & Oliveira, 1999).

O fruto do tipo cápsula (pixídio) é globoso-deprimido, quase esférico, sendo visível na parte superior o resto do cálice; a casca é espessa, lenhosa, dura, de cor castanha e repleta de células resinosas (Corrêa, 1931). Os frutos medem 10-12,5 cm x 10-12,5 cm, porém podem atingir 16 cm x 14 cm (Mori & Prance, 1990). A parte superior do fruto apresenta um orifício circular, com cerca de 1 cm de diâmetro, sítio de rudimentar opérculo, imergindo quando o fruto já é bastante velho. O peso do fruto pode variar de 500 a 1500 g. Normalmente contém de 15-24 sementes, angulosas de tegumento córneo e rugoso, medindo 4-7 cm de comprimento (Cavalcante, 1972 citado por Souza, 1984).

Há grandes variações nos tamanhos e pesos de sementes. Souza (1963) classifica a castanha pelo tamanho de suas nozes, como castanhas de grande comprimento (5,5 - 7,0 cm, 30 castanhas por litro); castanhas de médio comprimento (4,5 – 5,5 cm, 38 castanhas por litro) e castanhas miúdas (comprimento 30-45 mm, 64 castanhas por litro). O autor cita um registro de amostras de ouriços colhidos em castanhais das zonas do Rio Trombetas e Rio Alenquer, onde os diâmetros médios dos ouriços do Rio Trombetas foram de 13,2 cm, peso médio 663 g e número de sementes por litro de 30,4 e em Alenquer, o diâmetro médio dos ouriços foi de 11,0 cm, peso médio 515 g e número de sementes por litro foi 64,1. Sampaio (1944) citado por Mori & Prance, (1990) reporta consideráveis variações de tamanhos de sementes de castanha-do-brasil e considera as sementes “grandes” como de origem do Lago Abufari ao longo do Rio Purus no Estado do Acre.

Kainer et al. (1999) encontraram variação nas médias de tamanho e peso de sementes entre dez progênies coletadas em Xapuri, Acre. A largura média encontrada foi de 1,98 cm (mínima de 1,81 e máxima de 2,15 cm) e o comprimento médio de 4,23 cm (mínimo de 3,58 e máximo de 4,40) (N = 600). O peso médio também foi variável, com média de 9,8 g (mínimo de 7,0 e máximo de 12,3 g).

Segundo Moritz (1984), o número de sementes por fruto pode ser regulado pelo número de óvulos que são fecundados, pois apenas frutos que têm de 80- 85% de seus óvulos fertilizados podem se desenvolver. Em um plantio de castanheiras em Belém, Moritz (1984) encontrou uma média de 17 sementes em frutos novos (N= 75, mínimo = 10 e máximo = 21) e uma média de 18 sementes em frutos maduros (N= 45). Viana et al. (1998) obtiveram resultados semelhantes em uma população natural, em Xapuri-AC, com média de 18 sementes para frutos maduros.

2.2.3 Distribuição Geográfica

A área de ocorrência da castanheira abrange as regiões Amazônicas, estendendo-se da Bolívia, Peru e Brasil, até o escudo das Guianas, compreendendo o Suriname, as Guianas e o sul da Venezuela, na região do Rio Negro (Corrêa, 1931; Mori & Prance, 1990).

No Brasil, as principais áreas de ocorrência são os Estados do Acre, Pará, Amazonas e Rondônia (Zuidema, 2003). Porém, segundo Neves (1938), citado por Müller (1981), no Brasil, a espécie ocorre nos estados do Pará (rios Trombetas, Tapajós, Xingu, Tocantins, e afluentes), Amazonas (rios Amazonas, Madeira, Negro, Purus e afluentes), Acre (rios Purus, Acre, Iaco e Abunã), Maranhão (área constituída da Amazônia Legal) e Mato Grosso (rio Araguaia). Incluem-se também os territórios do Amapá, Roraima e Estado de Rondônia. Embora seja considerada nativa do Brasil, Ortiz (2002) acredita que as sementes de castanha-do-brasil foram trazidas da Venezuela por missionários e plantadas no Brasil. Clement (1993) comenta que o mecanismo de dispersão das sementes da castanheira em suas áreas naturais apresenta muitas limitações, porque sementes viáveis têm dificuldades de atravessar grandes rios e afluentes. O autor atribui a chegada do homem na Amazônia como a causa de um aumento na área de ocorrência e na distribuição dos castanhais, pelo valor de uso da espécie, como óleo e proteína. Relata ainda que as populações de Ameríndios tiveram grande participação na distribuição da espécie, plantando castanheiras em todo sudeste da Amazônia.

A castanheira é uma espécie de terra firme, e ocorre predominantemente em solos argilo-arenosos, de textura média a pesada, podendo aparecer também em concrecionário laterítico (piçarra), desenvolvendo-se melhor em ambientes com maior incidência de luz (Kainer et al., 1998; Zuidema & Boot, 2002). Myers et al. (2000) citam que a espécie não é tão exigente por luz como se pensava anteriormente, e que podem ser encontrados plântulas e jovens em clareiras pequenas (até 100m²).

Segundo Ortiz (2002) a castanheira é uma espécie adaptada a temperaturas médias anuais entre 24 e 27°C e uma precipitação pluviométrica entre 1400 e 2800 mm.

2.2.4 Estrutura populacional e regeneração

Muitos autores citam que as castanheiras ocorrem em aglomerados denominados castanhais (Mori & Prance, 1990; Peres & Baider, 1997), porém, a maioria desses estudos foi feita na Amazônia Oriental. Segundo Wadt et al. (2005a) e Zuidema & Boot (2002), na região sul ocidental da Amazônia, a ocorrência de aglomerados não é uma regra. Há relatos de áreas com 10 a 25 árvores por hectare (Ortiz, 2002), mas geralmente essa densidade de árvores é pouco comum, sendo encontrado na maioria das vezes 2,5 a 3 árvores adultas por hectare ou até menos. Peres & Baider (1997), encontraram no sudoeste do Estado do Pará, uma densidade média de 1,3 ind.ha⁻¹ de árvores com DAP ≥ 10 cm, entretanto alguns aglomerados apresentaram densidades de 5,1 ind.ha⁻¹. De acordo com Wadt et al. (2005a), as estimativas de densidade populacional são muito variáveis. Salomão (1991), Peres & Baider (1997) e Peres et al. (2003) encontraram densidades de 1,3 a 23 ind.ha⁻¹, considerando árvores com DAP ≥ 10 cm. Um estudo realizado na Reserva Extrativista Chico Mendes, Acre, registra uma densidade de 1,35 ind.ha⁻¹, com DAP ≥ 10 cm, em uma área de 420 ha (Wadt et al., 2005a).

Peres & Baider (1997) mapearam árvores com DAP ≥ 10 cm em dois castanhais (área amostral de 25 ha), e concluíram que a distribuição espacial das árvores foi aleatória dentro dos castanhais, com densidades de 4,8 e 5,1 árvores ha⁻¹, respectivamente. Eles também avaliaram castanheiras (DAP ≥ 10 cm) em dois transectos nessa mesma área e concluíram que as castanheiras ocorrem agrupadas quando se avalia no nível de paisagem. Wadt et al. (2005a) encontraram, em uma área de 420 ha, uma distribuição espacial das castanheiras tendendo para aleatoriedade, tendo como distância média entre árvores adultas 34,3 ± 22,5 m (mínimo de 1,0 m e máximo de 233,0 m).

A maior parte dos estudos realizados sobre estrutura etária de *Bertholletia excelsa* indica a falta de indivíduos jovens nas populações, ou seja, as classes com menores DAPs são relatadas como ausentes ou raras para castanhais em toda a Amazônia. Pires & Prance (1977) citado por Souza (1984), encontraram no Rio Jarí, uma classe modal de 110 cm de DAP. Myers et al. (2000), cita ter encontrado o mesmo resultado na Reserva Florestal El Tigre, em Riberalta, na Bolívia. No entanto, Salomão (1991) observou uma distribuição diamétrica bimodal, com indivíduos de

DAP entre 10 e 80 cm e, entre 120 e 240 cm, mas a classe modal era de 140 a 150 cm. Em um estudo de levantamento, foram entrevistados 59 castanheiros em Madre de Dios, no Peru. Dos entrevistados, apenas um ressaltou ter um indivíduo jovem na sua área de concessão, a maioria dos castanheiros relataram que a regeneração natural da espécie é rara, mesmo em áreas sem coletas há mais de 30 anos (Ricalde, 1993 citado por Baider 2000). De acordo com Kageyama & Gandara (1994), na maioria dos estudos de regeneração e estrutura etária, a área amostral é pequena (< 1 ha), o que pode mascarar a real estrutura das populações estudadas. No caso da castanheira, estudos realizados em áreas amostrais superiores a 20 ha demonstram uma maior densidade de indivíduos jovens (Viana et al., 1998; Peres & Baider, 1997; Wadt et al., 2005a; Serrano, 2005).

Zuidema & Boot (2002) demonstram que no norte da Bolívia as práticas utilizadas para coleta de castanha não estão afetando a sustentabilidade dos castanhais, pelo menos por enquanto. Na região sudeste do Estado do Acre, Serrano (2005) obteve resultados similares aos de Zuidema & Boot (2002), onde a coleta não tem afetado a estrutura populacional. Um outro estudo mais amplo, avaliando populações do Brasil, Bolívia e Peru, concluiu que em áreas onde a coleta é intensa e por um período longo, não são observados indivíduos jovens (Peres et al., 2003). Os autores advertem que, nessas condições, há um efeito deletério da coleta sobre a população.

A exploração da castanha-do-brasil sempre foi feita, quase exclusivamente em castanhais silvestres (Mori & Prance, 1990). Em muitos casos, a exploração de produtos florestais não madeireiros normalmente ocorre em pequenas escalas, ou, como no caso da castanha-do-brasil, onde é retirada apenas a semente, acredita-se que a coleta não traz maiores conseqüências no valor adaptativo da espécie (Peters, 1996 citado por Baider, 2000).

No entanto, como comentado anteriormente, a maioria dos estudos mostram que a regeneração de castanheiras no interior da floresta é baixa (Pires & Prance, 1984; Silva & Rosa, 1984; Salomão, 1991; Nepstad et al., 1992). Além disso, há quem cite que as populações naturais de castanheiras têm desaparecido devido ao seu corte para uso madeireiro, apesar do corte ser proibido por lei (Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965). A conversão de florestas em pastagem também é um fator que tem causado o declínio de populações naturais. Em muitos pastos as castanheiras são mantidas, mas com as queimadas anuais acabam morrendo e a produção das que sobrevivem é insignificante (menos de dez frutos anualmente). Nesses pastos o recrutamento é ínfimo (0,001 plântulas/ha/ano em pastagens de 25 anos e 0,0002

plântulas/ha/ano nas de 60 anos) (Viana et al., 1994) citado por Baider (2000). Pardo (2001), em seu estudo no Acre, comparou a frutificação e produção de castanha-do-brasil em áreas de pastagens e florestas e observou uma menor frutificação e produção de frutos por árvore na pastagem quando comparado à floresta.

2.2.5 Biologia reprodutiva

Em geral, as Lecythidaceae neotropicais apresentam síndrome de polinização por abelhas de grande porte (melitofilia) (Maués & Oliveira, 1999; Mori & Prance, 1990), como observado na castanheira. A flor apresenta perfume doce e oferece néctar e pólen aos seus visitantes (Moritz, 1984). A espécie é predominantemente auto-incompatível (O'Malley et al., 1988).

Segundo Moritz (1984), as abelhas que visitam as flores de castanheiras são do gênero *Bombus*, *Centris*, *Eulaema*, e *Xylocopa*. Müller & Rodrigues (1980) consideram o gênero *Bombus* um dos principais polinizadores dessa espécie. Um estudo realizado no Pará mostrou uma maior frequência de visitas às flores da castanheira pelos gêneros *Epicharis*, *Xylocopa*, *Eulaema* e *Bombus* (Maués, 2002), enquanto que no Acre foi encontrado que 92% das abelhas que visitam as flores da castanheira são do gênero *Xylocopa* (Argolo & Wadt, 2003).

Poucos são os estudos sobre a biologia floral de *B. excelsa*. Na região de Rio Branco - AC, Argolo & Wadt (2003) verificaram que as castanheiras começam a florescer entre os meses de outubro e novembro, com o pico de floração entre dezembro e janeiro. Porém na região de Belém-PA a floração ocorre mais cedo, de agosto a novembro (Maués, 2004). Segundo Moritz (1984), o período de floração difere de acordo com a região.

Os frutos, conhecidos popularmente como ouriços, apresentam um período de maturação de 14 a 15 meses (Maués, 2002; Cornejo, 2003). A dispersão dos frutos maduros no Estado do Acre ocorre na época chuvosa, normalmente nos meses de dezembro a fevereiro. No estado de Roraima, a dispersão ocorre de abril a junho. A dispersão dos frutos da castanheira é efetuada por diferentes agentes. Entre os consumidores de fruto na copa, a arara é responsável por grande parte dos frutos abortados, podendo ser considerada um dispersor eventual (Trivedi et al., 2004). Já os pica-paus têm um papel menor na predação dos frutos e não podem ser considerados agentes dispersores por não poderem derrubar os frutos que predam (Baider, 2000). A mesma autora constatou que os ratos (cf. *Proechimys*) são agentes que, além de consumirem uma pequena porção de frutos, nem sempre conseguem remover todas

as sementes dos frutos que abrem. Devido ao pequeno número de frutos que abrem, à pequena distância de dispersão (mediana = 3,8 m, intervalo = 0,5-11 m, N = 30) e ao modo como manipulam as sementes, esses agentes devem atuar mais como predadores de sementes do que como dispersores.

Os macacos-pregos (*Cebus apella*) também atuam como dispersores, pois quebram o fruto batendo-o em galhos rígidos de árvores da floresta, espalhando as sementes pelo chão (Cymerys et al., 2005). A cutia (*Dasyprocta* spp.) é o agente que consome a maior parte dos frutos da castanheira. Baider (2000) verificou em seu estudo que as cutias removeram 95% dos frutos de quase todas as árvores amostradas (N=18). Por remover os frutos de quase todas as árvores e em maior porcentagem, quando comparado a outros agentes, as cutias (*Dasyprocta aguti*) consomem frutos com qualquer peso e dispersam os frutos em maiores distâncias e em várias direções. Consomem os frutos principalmente no primeiro ano, podendo utilizar frutos com mais de dois anos após a queda. Algumas das sementes dispersadas pelas cutias são consumidas imediatamente e outras são guardadas para serem consumidas depois, as quais muitas vezes são esquecidas e germinam (Mori & Prance, 1990). Por esses motivos, a cutia pode ser considerada como o principal predador das sementes, e ao mesmo tempo o seu principal dispersor (Schupp, 1993 citado por Baider, 2000). De acordo com Zuidema (2003), as condições naturais de germinação de sementes da castanha-do-brasil, são extremamente dependentes das atividades das cutias (*Dasyprocta* spp.).

As distâncias de dispersão de sementes da castanha-do-brasil são muito limitadas devido às grandes distâncias entre os castanhais (Clement, 1993). Alguns pesquisadores acreditam que a ocorrência de castanheiras em áreas concentradas seja decorrente da dispersão de sementes por cutias (Cymerys et al., 2005).

2.2.6 Uso e Manejo

A castanheira é uma árvore economicamente importante na Amazônia brasileira devido ao elevado valor de mercado das sementes. Da semente se obtêm a amêndoa conhecida internacionalmente como *Brazil nut*, mas também chamada no Brasil como castanha-do-Pará, Castanha-do-Brasil ou Castanha-da-Amazônia. Essa amêndoa pode ser comercializada *in natura* apenas desidratada ou ser utilizada para obtenção de leite para tempero de pratos especiais, de óleo para confecção de

sabonetes, cremes e xampus, e de farinha ou paçoca utilizadas na confecção de pães e bolos.

Como uma árvore importante para as populações que vivem na floresta, ela também tem uso para a medicina popular. O ouriço pode ser utilizado no preparo de chá, como remédio natural para anemia, problemas intestinais e hepatite (Cymerys et al, 2005). A castanha é rica em proteínas e calorias, e o leite obtido das amêndoas é similar em valor nutricional ao leite de vaca, pois contém minerais e aminoácidos completos (Souza, 1963; Shanley et al., 1998).

A madeira, historicamente, foi muito utilizada para construção, mas hoje a derrubada de castanheiras silvestres é ilegal, de acordo com a lei federal nº 4.771 (15 de setembro de 1965 e a portaria 2.570 do IBDF de 22 de novembro de 1971). Também existe uma portaria que prevê a proibição do desmatamento em áreas de ocorrência natural de maciços da espécie (portaria de nº 449-P de 3/10/1987) (Cymerys et al., 2005). Em parte pode-se dizer que esta Lei Federal tem sido cumprida e que não há comercialização legal da madeira, mas a restrição de desmatamento em áreas de maciço da espécie não é completamente cumprida (Pardo, 2001).

Praticamente toda a castanha-do-brasil que abastece o mercado é coletada na natureza por extrativistas que moram dentro ou próximo a florestas ricas em castanheiras com maior sucesso econômico (Peters, 1996; Clay, 1997; Ortiz, 2002). Assim, essa atividade econômica é fundamentalmente dependente do manejo de populações naturais de *B. excelsa*, e curiosamente o uso tradicional dessa espécie e também da seringueira (*Hevea brasiliensis*) foi reconhecido como uma maneira de se conservar ecossistemas florestais. Esse reconhecimento se deu quando o Sistema de Classificação de Áreas Protegidas (IUCN) criou a Categoria VI a qual inclui as Reservas Extrativistas e reforça a idéia de que comunidades locais podem ter um papel importante na conservação por meio do uso sustentável de recursos naturais (Maretti, 2005).

O manejo tradicionalmente da castanha é caracterizado por uma safra anual que, no estado do Acre, se inicia em meados de janeiro após a queda quase total dos frutos (ouriços). Na coleta existem praticamente duas etapas, a “amontoa” e a “quebra”. A amontoa consiste no ajuntamento dos frutos em montes quase que individuais por árvore, e a quebra é a etapa em que o extrativista retorna às árvores para quebrar os frutos e levar as sementes (castanhas).

A intensidade de coleta e o tempo decorrido entre a amontoa e quebra dos ouriços é dependente de cada programação familiar, e na maioria das vezes o tempo

em que as castanhas ficam na floresta é bastante grande (mais que dois meses). Esse tempo em que as sementes ficam expostas a condições inadequadas de armazenamento é que tem sido um problema para a cadeia-produtiva. O maior problema enfrentado pelos produtores de castanha tem sido a contaminação do produto por aflatoxinas, uma toxina produzida por fungos do gênero *Aspergillus* (Wadt et al., 2005b).

No início do ano de 2003 uma comissão representando a União Européia visitou áreas de produção de castanha-do-brasil, no Pará, para conhecer as condições de produção devido a elevados níveis de aflatoxinas nos lotes de castanha comercializados pelo Brasil. Como resultado dessa expedição houve o fechamento do mercado europeu para a castanha (*Brazil nut*) com casca produzida no Brasil. Como consequência, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) iniciou uma série de iniciativas para reverter essa situação e algumas Instruções Normativas foram publicadas (IN N° 12, de 27 de maio de 2004; IN N° 13, também de 27 de maio de 2004).

Nessa mesma época, 2003, a Embrapa Acre em parceria com outras Instituições iniciou um projeto de pesquisa sobre a cadeia produtiva da castanha-do-brasil, onde o principal objetivo foi favorecer a competitividade econômica da castanha-do-brasil, enfocando aspectos socioeconômicos e ambientais da cadeia de produção (Projeto Castanhac – financiado pela FINEP). A partir desse projeto, muitos outros foram sendo executados por diversas instituições, buscando a certificação da castanha-do-brasil e a melhoria da qualidade de vida dos extrativistas coletores de castanha.

O projeto Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado - RECA, localizado na vila Califórnia - RO, é um modelo de cultivo de castanheiras em consórcio com espécies perenes, como cupuaçu e pupunha. Este projeto tem mostrado resultados positivos na comercialização e, conseqüentemente, na melhoria de vida de centenas de famílias da região (obs. pessoal).

Baider (2000) comenta sobre os avanços em pesquisas buscando recomendações de manejo para a espécie, o que pode ser constatado pela literatura a partir da década de 2000, pois foram publicados muitos artigos sobre a ecologia e manejo de *B. excelsa* (Myers et al., 2000; Zuidema & Boot, 2002; Ortiz, 2002; Peres et al., 2003; Zuidema, 2003; Trivedi et al., 2004; Wadt et al., 2005a; Kainer et al., 2006).

Embora alguns desses estudos se mostrem preocupados com a regeneração da espécie e aumento da produção, ainda não se tem um conhecimento bem estabelecido sobre o efeito da exploração na dinâmica populacional de *B. excelsa*.

Viana (1998) relata a importância da implantação de reservas extrativistas como sendo um desafio para aumentar a produtividade e obter sustentabilidade dos sistemas de produção, por meio do manejo de florestas naturais acessíveis às comunidades tradicionais da floresta. Para Moritz (1984), um melhor uso dos castanhais nativos seria possível caso existissem mapeamentos dos principais aglomerados.

Considerando a importância sócio-econômica dessa espécie, pode-se considerar que poucos estudos têm focado explicitamente em como manejar populações naturais para aumentar a produção de castanha (Kainer et al., 1998; Peña-Claros et al., 2002); ver Zuidema (2003) para uma lista mais abrangente de resultados e pesquisas relacionadas a ecologia e manejo.

Similar a outros PFTM (Peters, 1996), a exploração da castanha-do-brasil não tem tradicionalmente se baseado no entendimento ecológico da dinâmica da população da espécie e nem tampouco na variabilidade natural que existe procurando características morfológicas e até genéticas que possam auxiliar na decisão sobre técnicas de manejo (plantio de enriquecimento, seleção de árvores mais produtivas, etc.).

2.2.7 Conhecimento tradicional sobre a castanheira

A taxonomia popular é um tipo de classificação que vem sendo utilizada pelos povos que vivem nas florestas e repassados de geração a geração há décadas. Os nomes populares estão relacionados com os seus usos, como alimentação, utilidades domésticas e principalmente na área medicinal. O conhecimento de nomes populares, a sua etimologia, e a estrutura conceitual na qual são usados podem oferecer idéias sobre a cultura estudada; também se pode aprender muito sobre as plantas a partir do conhecimento popular (Daly, 1998).

No Estado do Acre, principalmente no Vale do Rio Acre, região de ocorrência da castanheira, as pessoas que vivem do extrativismo da castanha distinguem claramente dois tipos: a castanheira vermelha e a castanheira branca (Figura 2). Há ainda, um terceiro tipo citado, a castanheira rosa, porém este não é tão consistente quanto os outros, ou seja, apenas alguns extrativistas citam sua existência.

As características dos dois tipos se referem tanto à morfologia da árvore (formato do tronco e da copa, cor e qualidade da madeira) quanto à produção (número de frutos, tamanho dos frutos e das sementes; forma do opérculo). De acordo com castanheiros, a castanheira vermelha apresenta tronco mais grosso; copa na forma de

guarda-chuva; madeira vermelha, que segundo eles é a única castanheira utilizada na construção civil; maior número de frutos e tamanho das sementes e maior quantidade de óleo nas sementes. Já a castanheira branca apresenta tronco mais fino sendo observado um afunilamento da base para a copa; a copa é menor e se forma a partir de uma bifurcação bem característica denominada pelos extrativistas, “copa para cima” ou “gancho de baladeira”. A madeira, segundo os castanheiros, não é adequada para ser usada no setor de construção, pois segundo eles é uma madeira “embuchada” e se decompõe facilmente.



Figura 2. Castanheiras classificadas por extrativista como vermelha (esquerda) e branca (direita).

Pinheiro et al. (1968) cita que apesar da castanheira pertencer a uma única espécie apresenta grande variabilidade fenotípica, facilmente constatada pelo contraste dos índices individuais de produtividade, da forma e tamanho dos frutos, do tamanho das sementes e outras características fenotípicas.

Em todos os estudos científicos já realizados com a castanheira (*B.excelsa*), seja no Brasil, Bolívia ou Peru, não há relatos sobre esse conhecimento popular que distingue os tipos. No entanto, como se observa uma grande conformidade entre as

características distintivas e a classificação dada por diferentes castanheiros das regiões de Xapuri e Brasiléia, Acre, o presente trabalho de pesquisa foi elaborado e executado com a intenção de verificar cientificamente a consistência dessa classificação popular.

3 HIPÓTESES

1. Castanheiras brancas e vermelhas apresentam características morfológicas distintas;
2. Castanheiras vermelhas produzem mais frutos que as castanheiras brancas;
3. Em áreas de floresta conservada a frequência de castanheiras vermelhas é maior, enquanto que em áreas onde houve exploração madeireira a proporção de castanheiras brancas e vermelhas é semelhante.

4 OBJETIVO GERAL

Utilizar dados ecológicos e morfológicos sobre a castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) para avaliar se há diferenças entre os tipos populares de castanheiras e sugerir práticas de manejo e conservação com base nas informações geradas.

5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar se há diferenças na frequência de ocorrência de castanheiras brancas e vermelhas em quatro populações naturais no Sudeste do Acre;
- Avaliar a estrutura espacial dos indivíduos nas populações, buscando observar se as castanheiras de cada tipo tendem a formar agrupamentos naturais;

- Caracterizar morfológicamente castanheiras classificadas como brancas e vermelhas;
- Definir as principais características que diferenciam os tipos, com base no conhecimento empírico;
- Avaliar se castanheiras brancas e vermelhas diferem quanto à produção média de frutos e características morfológicas dos frutos e sementes;
- Com base nos dados morfológicos e ecológicos, verificar cientificamente a consistência da classificação empírica de castanheiras, e discutir as implicações para o manejo da espécie.

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1 Áreas de estudo

Foram selecionadas quatro áreas na região sudeste do Estado do Acre (Figura 3). Para essa seleção, procurou-se locais com histórico de atuação antrópica onde houve exploração madeireira no passado e locais de Reserva onde suspeita-se que não houve exploração madeireira. A Colônia São João, localizada no Seringal Petrolina (220 ha), Município de Senador Guimard e a Fazenda Nova Jerusalém (300 ha), situada no município de Plácido de Castro consistem em áreas de propriedade particular onde foram observados tocos de árvores exploradas para a madeira, embora não se saiba se houve exploração de castanheiras ou não. A Colocação Rio de Janeiro (420 ha), localizada no Seringal Filipinas (Reserva Extrativista Chico Mendes, Xapuri) e a Reserva Florestal da Embrapa-Acre, município de Rio Branco (1200 ha) são áreas florestais mais protegidas, onde se considera que não houve exploração madeireira.

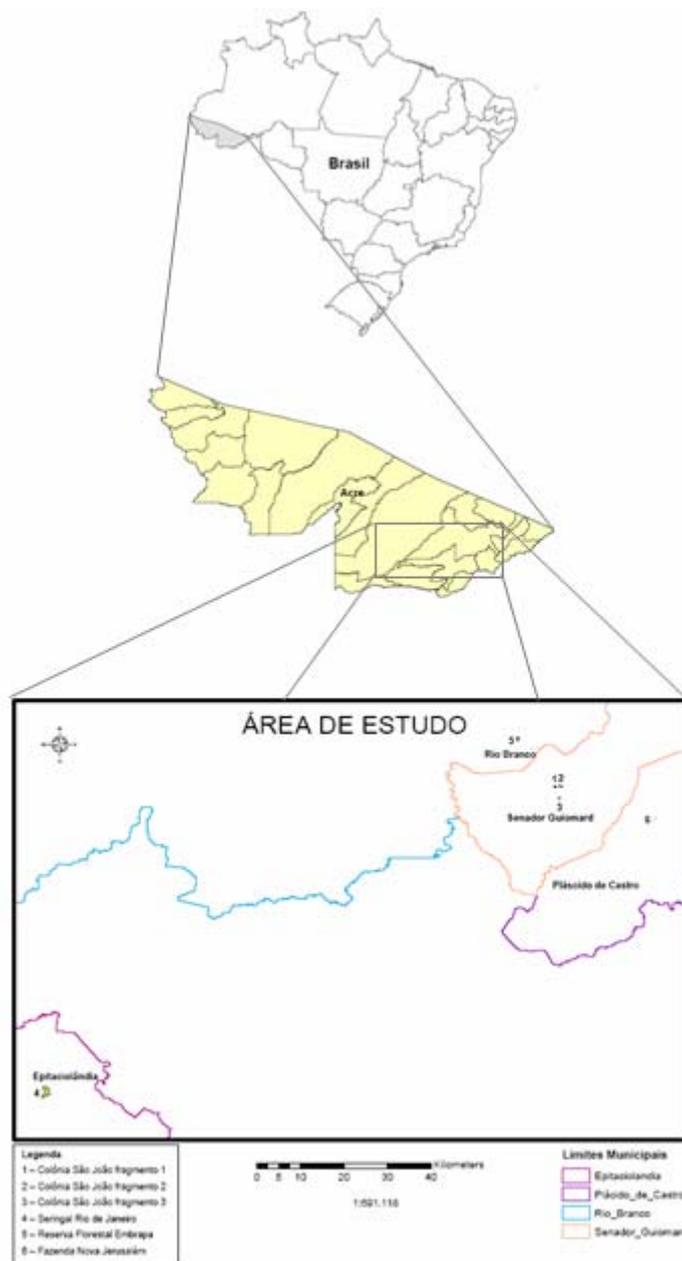


Figura 3. Mapa do Estado do Acre, indicando as quatro áreas selecionadas para o estudo. Mapa elaborado usando Base Cartográfica de acervo próprio. Jorge Luís. 2007.

6.2 Definição das características que distinguem os dois tipos de castanheiras

Para a definição das principais características que distinguem as castanheiras brancas das vermelhas, foi feito um levantamento preliminar sobre o conhecimento empírico a respeito dessa classificação. Para tal foram visitadas 20 propriedades e

feita a seguinte pergunta: Quais as características que você usa para diferenciar a castanheira branca da vermelha?

Durante esse levantamento foi identificado um seringueiro com mais de 20 anos de experiência com castanheiras, o Sr. Gonzaga, o qual apresentou excelente habilidade em classificar as castanheiras e foi selecionado para fazer as classificações das árvores para esse estudo.

6.3 Amostragem

Em três das quatro áreas de estudo (Colônia São João, Reserva Florestal da Embrapa e Fazenda Nova Jerusalém) as árvores de castanheiras foram mapeadas aleatoriamente dentro dos castanhais. Todas as árvores encontradas com DAP \geq 30 cm foram georeferenciadas e identificadas por meio da fixação de placas de alumínio numeradas, até atingir um número mínimo de 50 castanheiras na Fazenda Nova Jerusalém e na Reserva Florestal da Embrapa-Acre e 100 na Colônia São João, onde foram mapeadas castanheiras em três fragmentos florestais. Na colocação Rio de Janeiro a amostragem foi diferente pelo fato ser uma população que já vem sendo estudada desde 2001. Trata-se de uma área de 420 ha onde foram mapeadas e caracterizadas 568 castanheiras com DAP \geq 10 cm (Wadt et al., 2005a). Nesta área amostrou-se 133 castanheiras com DAP \geq 50 cm que já estavam mapeadas e identificadas.

6.4 Coleta de dados

6.4.1 Mapeamento

Para o mapeamento das castanheiras obteve-se a posição geográfica em UTM de cada indivíduo, com o uso de um aparelho de GPS, modelo Garmim 12XL. Durante o mapeamento também foi medido o diâmetro a altura do peito (DAP) de todas as castanheiras amostradas, feitas as classificações quanto ao tipo e morfologia das árvores conforme descrito abaixo.

6.4.2 Classificação quanto ao tipo

A classificação das castanheiras quanto ao tipo (vermelha ou branca) foi realizada primeiramente na Colônia São João, onde o Sr. Gonzaga classificou todas

as árvores mapeadas apenas olhando para a forma do tronco e copa. Nessa área, foi usado um trado para furar o tronco da árvore para averiguar a coloração da madeira nos casos onde houve dúvida quanto à classificação (Figura 4). Nas demais áreas, a classificação das castanheiras foi realizada por um botânico prático da Embrapa Acre, o qual acompanhou todo o trabalho inicial na Colônia São João.



Figura 4. Cor do pó da castanheira branca (esquerda) e vermelha (direita).

6.4.3 Caracterização morfológica das castanheiras

Com base no levantamento prévio sobre as principais características que diferenciam as castanheiras brancas das vermelhas, foram definidas as variáveis que seriam avaliadas em cada árvore.

A partir das indicações dos castanheiros, foram selecionados os caracteres relativos à morfologia da árvore: (1) aspecto do tronco; (2) base do tronco e (3) tipo da copa (Figura 5). A coleta dos dados foi feita de forma qualitativa, ou seja, não foram feitas medições, apenas observações visuais. As variações anotadas dentro do caráter foram:

- 1) Aspecto do tronco:
 - a) Reto: tronco com mesma espessura desde a base até a inserção da copa;
 - b) Cônico: espessura do tronco na altura da inserção da copa menor que na base, ou seja, o tronco “afunila”.

2) Base do tronco:

- a) Base reta: base do tronco plana, no solo;
- b) Base com saliências: base do tronco apresentando protuberâncias no solo

3) Tipo da copa:

- a) Copa guarda-chuva: galhos bem abertos, ramificados e grossos;
- b) Copa para cima: galhos mais finos e crescendo para cima, geralmente com formato de “gancho de baladeira” no início da formação da copa.

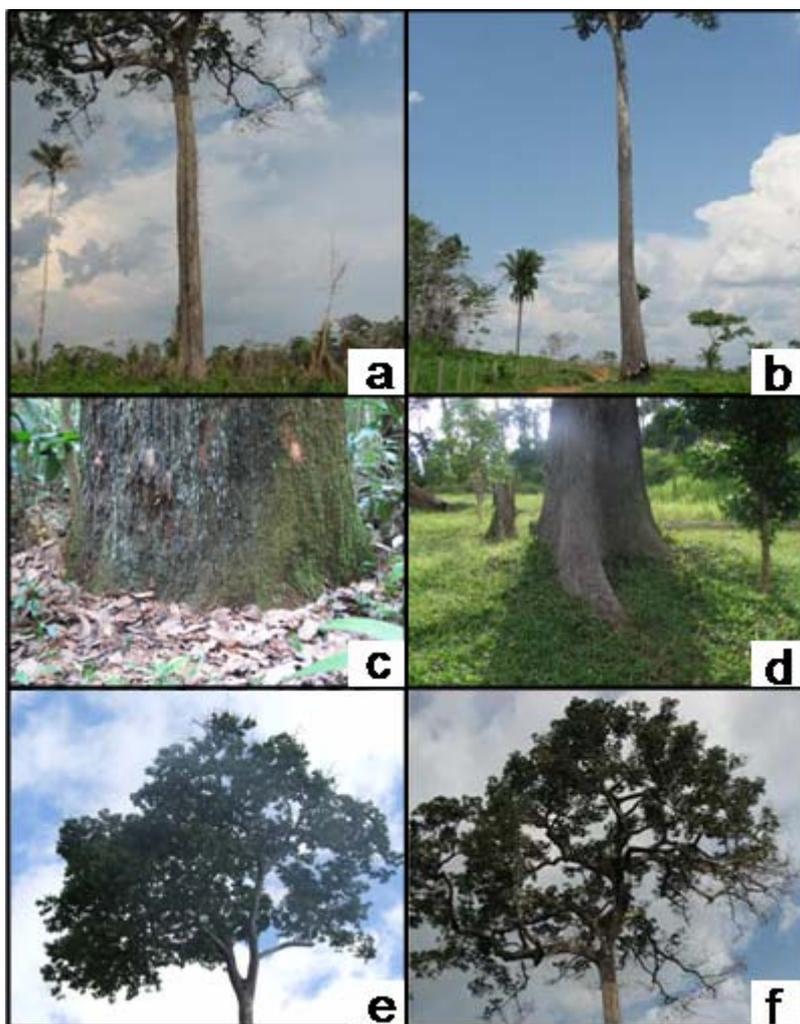


Figura 5. Características morfológicas das castanheiras: a) tronco reto; b) tronco cônico; c) base do tronco reta; d) base do tronco com saliências; e) copa para cima; e f) copa guarda-chuva.

6.4.4 Produção de frutos

A coleta de dados para avaliação da produção de frutos foi feita apenas na Colocação Rio de Janeiro (Resex Chico Mendes), pois devido à elevada variação anual na produção individual das castanheiras (Kainer et al., 2006) optou-se por avaliar neste sítio onde há dados de produção acumulados desde o ano de 2002.

Em fevereiro de 2006, foi feita a contagem do número de frutos caídos embaixo da copa das 133 castanheiras amostradas na Colocação Rio de Janeiro. Considerando os dados de produção obtidos para os anos passados, foi calculada a produção média de cada árvore.

6.4.5 Dados morfométricos de frutos e sementes

Dentre as 133 castanheiras avaliadas na Colocação Rio Janeiro, foram selecionadas aleatoriamente 16 castanheiras brancas e 15 vermelhas para obtenção de dados morfométricos de frutos e sementes. Para essa seleção, descartou-se aquelas árvores que apresentaram copa pobre ou muito pobre, pelo fato da situação da copa afetar a produção de frutos (Wadt et al., 2005a; Kainer et al., 2006).

Em cada uma das castanheiras, foram coletados aleatoriamente 10 frutos para a obtenção dos seguintes dados: (a) peso úmido, com auxílio de uma balança de campo com capacidade para 10 kg; (b) comprimento e largura de cada fruto; (c) espessura do pericarpo, obtida com um paquímetro, (d) classificação do formato do opérculo em ovóide ou pontiagudo (Figura 6); e (e) número de sementes por fruto.

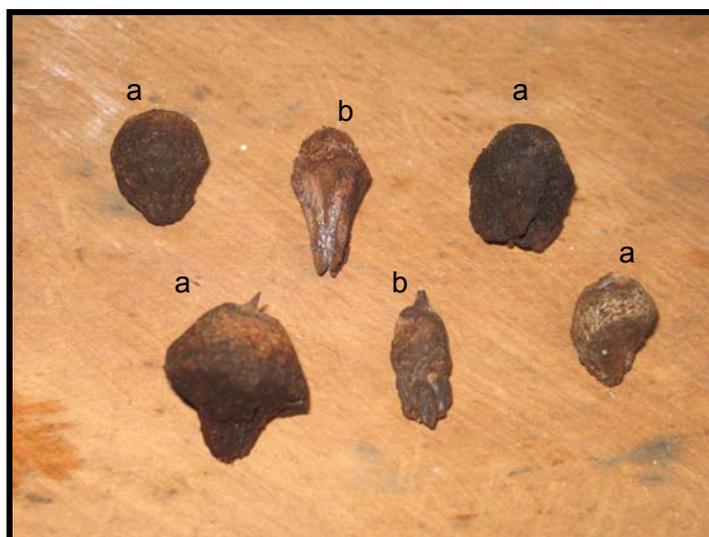


Figura 6. Formatos de opérculos ovóide (a) e pontiagudo (b)

De cada fruto avaliado, foram retiradas dez sementes para coleta de dados morfométricos. Foram medidos, com auxílio de um paquímetro, comprimento e largura das sementes individualmente, e obtido, por meio de uma balança de campo com capacidade para 1 kg, o peso úmido das 10 sementes em conjunto. Para as análises estatísticas utilizou-se o peso médio para uma semente, dividindo-se o peso seco (obtido posteriormente) por 10. Dessa forma, foram analisados 310 frutos e 3100 sementes.

Com a finalidade de se obter o peso seco dos frutos e das sementes, foram coletadas amostras de pericarpos e de sementes de cada fruto. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos para evitar a perda de umidade e levadas para o laboratório de Alimentos da Embrapa Acre onde cada uma foi pesada (peso úmido da amostra) em balança analítica e depois seca em estufa a temperatura de 70°C por um período de 24 horas. Depois de secas as amostras foram novamente pesadas e o teor de umidade calculado conforme a seguinte fórmula:

$$U\%_i = \left(\frac{PU_i - PS_i}{PS_i} \right) \cdot 100$$

Em que:

U% = teor de umidade em porcentagem, com base em peso seco;

PS_i = peso seco da *i* ésima amostra;

PU_i = peso úmido da *i* ésima amostra.

6.5 Análise estatística

As análises estatísticas foram feitas com o programa SPSS for Windows 10.0.1 (Standard Version - 1999) e foi considerado um α de 0,05 para diferenças significativas em todas as análises. Para os dados categóricos de morfologia das árvores foram feitas análises de Qui-quadrado e para os dados de intervalo como DAP, medições de peso e tamanho de frutos e sementes, utilizou-se estatística paramétrica, sendo que todas as variáveis foram testadas primeiramente para distribuição normal usando análise descritiva visual de Q-Q Plot. Todas as variáveis apresentaram distribuição normal.

6.5.1 Freqüência de ocorrência de castanheiras brancas e vermelhas

Para testar se houve diferença na ocorrência de castanheiras brancas e vermelhas, primeiramente foi feito um teste de Qui-quadrado para todas as árvores avaliadas (independente do local) testando para igualdade das proporções. Depois o mesmo teste foi feito para cada um dos locais separadamente com a intenção de verificar se em algum local os dois tipos apresentaram proporções iguais ou não.

6.5.2 Distribuição espacial

Para avaliar se castanheiras de cada tipo tendem a formar agrupamentos naturais entre si foi feita análise da distribuição espacial para cada tipo dentro dos locais. Os resultados foram comparados entre locais e para verificar se houve um padrão de distribuição para cada tipo, gráficos de distribuição espacial foram feitos usando Microsoft® Excel. A análise do padrão espacial das árvores foi feita calculando-se o índice de agregação (R) usando o método proposto por Clark & Evans (1954) (método do vizinho mais próximo) e depois modificado por Donnelly (1978). Esse índice foi usado desde que o n foi maior que sete e o formato das áreas amostrais não eram retângulos estreitos (Krebs, 1999). O índice foi calculado para cada local considerando todas as castanheiras e também para cada tipo separadamente. Com base na localização (coordenadas geográficas) das árvores foi determinada a distância entre cada árvore e o seu vizinho mais próximo e depois a distância média entre as árvores. Para determinar estatisticamente se o padrão observado foi diferente de um padrão aleatório foi aplicado o teste z . O índice de agregação R é usado da seguinte forma: se $R = 1$ o padrão é aleatório; se $R = 0$ o padrão é agrupado; e se $R \sim 2,15$ o padrão é uniforme.

6.5.3 Dados morfométricos

Para as variáveis qualitativas, características do tronco e formato da copa, foram calculadas as freqüências de ocorrência do caráter para cada tipo e usado o procedimento de *Crosstabs* para testar a associação das características com os tipos. Essa associação foi testada de duas maneiras, uma por medidas direcionais usando a estatística nominal *Lambda* (valores da variável independente são usados para prever a variável dependente, que nesse caso foi o tipo); e a outra foi pela força da associação entre a presença de um fator e a ocorrência de um evento (*Risk estimate*),

sendo que nesse caso foi testado se as variáveis estavam associadas com o tipo. Essas análises foram feitas considerando todas as árvores, independente dos locais e também para cada um dos locais de estudo com a finalidade de verificar se os resultados se mantinham.

A variável DAP também pode estar associada com o tipo de castanheira, mas nesse caso, como se trata de uma variável quantitativa (contínua) foi feito um teste de médias usando ANOVA. Para avaliar as características de produção e dados morfométricas de frutos e sementes usou-se Análise de Variância (ANOVA).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Ocorrência

Foram mapeadas 334 castanheiras nas quatro áreas de estudo, sendo classificadas 216 (65%) castanheiras vermelhas e 118 (34%) castanheiras brancas. A análise de Qui-quadrado mostrou que as frequências para os tipos foram diferentes ($p < 0,0001$), sendo que houve mais castanheiras vermelhas do que brancas.

Quando foram avaliados os tipos para cada local verificou-se que na Colônia São João e na Reserva da Embrapa a frequência de castanheiras vermelhas e brancas foram semelhantes ($p = 0,274$ e $p = 0,777$, respectivamente), enquanto que para a colocação Rio de Janeiro e Fazenda Nova Jerusalém as castanheiras vermelhas representaram mais de 70% do total avaliado (Figura 7).

Este resultado evidencia que a ocorrência dos tipos é aleatória e que não há um padrão para a espécie na natureza, ou seja, os tipos podem ocorrer tanto numa mesma proporção como não. Segundo o depoimento de castanheiros esperava-se uma maior proporção de castanheiras vermelhas em áreas conservadas e uma igualdade na proporção dos tipos em áreas onde houve exploração madeireira (especialmente com retirada de castanheiras), pois a castanheira vermelha é preferida para o corte devido sua melhor qualidade. No entanto, isso não foi observado. Tanto áreas sem exploração (Rio de Janeiro) como com histórico de exploração madeireira (Nova Jerusalém) tiveram altas proporções de castanheiras vermelhas e vice-versa (caso da Embrapa e Colônia São João).

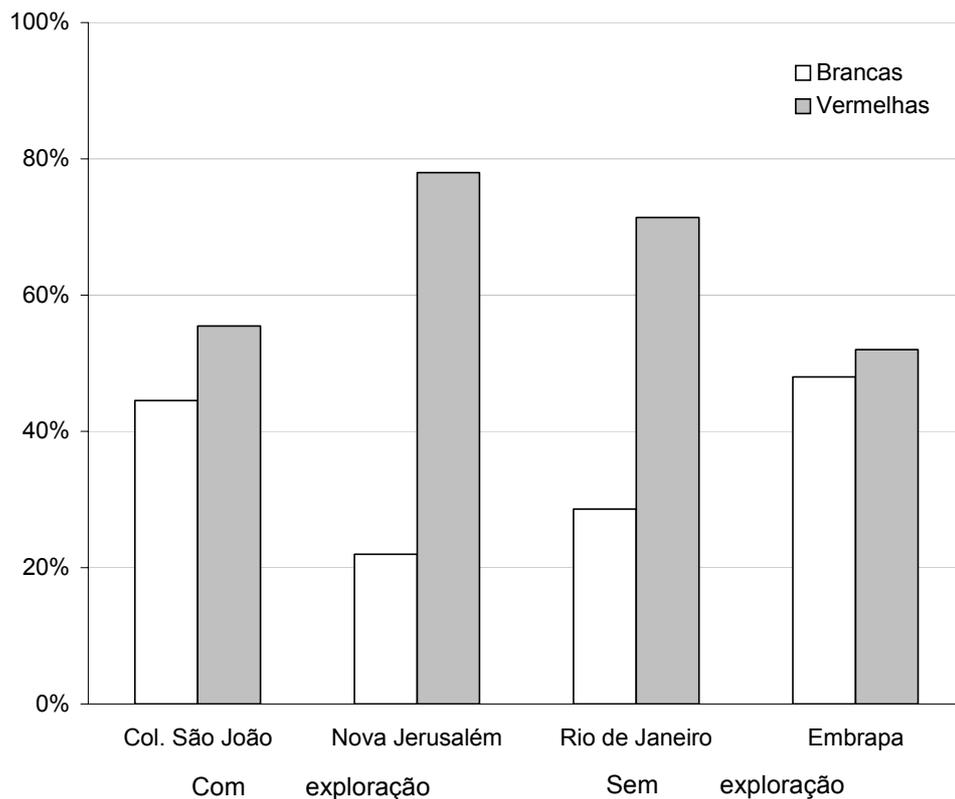


Figura 7. Frequência de ocorrência de castanheiras brancas e castanheiras vermelhas nos quatro locais de estudo.

7.2 Distribuição espacial

O índice de agregação (R) para cada uma das populações amostradas, considerando todas as árvores como um único conjunto, demonstrou um padrão aleatório para o Rio de Janeiro e Nova Jerusalém; agregado para a Embrapa e com tendência de uniforme para a Colônia São João (Tabela 1).

Quando os tipos foram avaliados separadamente os padrões se mantiveram, com exceção na Colônia São João onde as castanheiras brancas apresentaram um padrão aleatório e as vermelhas mantiveram o padrão tendendo para uniforme (Tabela 1).

Estes resultados mostram que não foi observada uma diferença de padrão de distribuição espacial para os tipos de castanheiras, conforme pode ser visualizado na Figura 8.

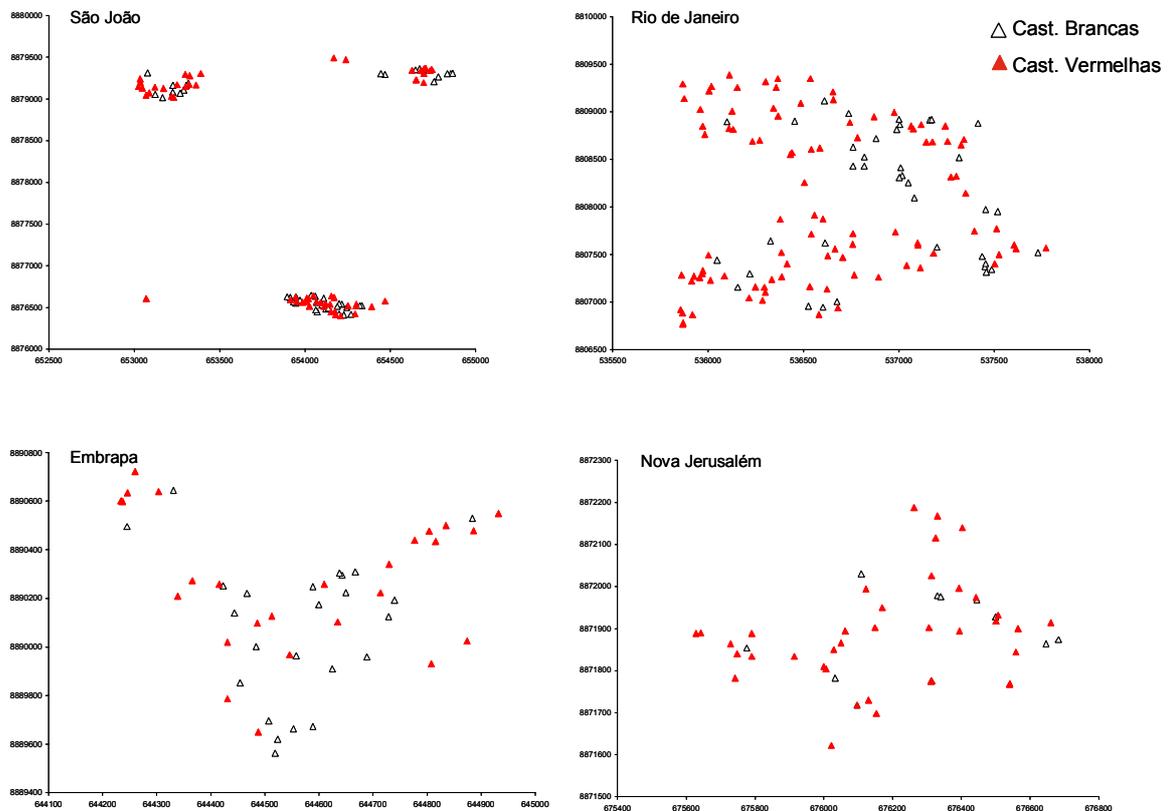


Figura 8. Representação gráfica da posição geográfica de castanheiras brancas e vermelhas nos quatro locais de estudo.

Baider (2000) encontrou em seu estudo realizado na Estação do Pinkaiti - PA, um padrão de distribuição aleatório para castanheira. Já quando foram considerados apenas os indivíduos em uma mesma classe de DAP, o padrão foi regular.

Wadt et al. (2005a), baseados no método do vizinho mais próximo de Donnelly (1978), encontraram em uma área de 420 ha na Reserva Extrativista Chico Mendes um índice de agregação (R) de 0,77. Este valor indica rejeição da hipótese nula para um padrão de distribuição estritamente aleatório. Quando analisado separadamente, a distribuição espacial dos indivíduos adultos e dos jovens não reprodutivos pouco divergiu, sendo que os jovens estiveram levemente mais agrupados que os adultos. Mori & Prance (1990) afirmam que a castanheira não é distribuída regularmente, mas muitas vezes ocorre em aglomerados de 50 a 100 indivíduos, os quais estão separados por cerca de 1 km de distância um do outro.

Tabela 1. Análise do padrão de distribuição espacial de castanheiras nas seis áreas de estudo, considerando todas as castanheiras e a separação entre os tipos classificados.

Área	Tipo	R	Distância média entre árvores (m)	Padrão de distribuição espacial
São João*	Todas	1,73	39,9	Uniforme
	Branças	1,16	41,6	Aleatório
	Vermelhas	1,81	54,8	Uniforme
Rio de Janeiro	Todas	1,12	76,1	Aleatório
	Branças	1,00	127,3	Aleatório
	Vermelhas	1,05	84,8	Aleatório
Embrapa	Todas	0,37	47,7	Agrupado
	Branças	0,44	81,5	Agrupado
	Vermelhas	0,42	74,7	Agrupado
Nova Jerusalém	Todas	1,01	31,8	Aleatório
	Branças	1,50	100,6	Aleatório
	Vermelhas	1,15	41,2	Aleatório

* Dados apresentados referem-se à média dos cálculos feitos para cada um dos três fragmentos presentes nessa área.

Peres & Baider (1997) mapearam árvores com DAP ≥ 10 cm em dois castanhais um pouco maiores que 25 ha, e usando o índice de Morisita concluíram que a distribuição espacial das árvores foi aleatória dentro dos castanhais, com densidades de 4,8 e 5,1 árvores.ha⁻¹. Os autores constataram também que as castanheiras encontram-se agrupadas em nível de paisagem. Algumas discrepâncias são provavelmente devido a diferenças metodológicas. Por exemplo, a densidade de castanha-do-brasil (DAP ≥ 10 cm) citada na literatura varia amplamente de 1,3 a 23 indivíduos.ha⁻¹ (Salomão, 1991; Peres & Baider, 1997; Peres et al., 2003). A disparidade nesses valores pode ser parcialmente atribuída a diferenças nas áreas amostradas (de 3 a 1.350 ha), estratégias de amostragem (transectos e parcelas que variam de tamanho e comprimento, bem como inventários completos), e se os pesquisadores instalaram seus estudos dentro de um aglomerado de castanheiras previamente definido ou se foi localizado aleatoriamente na paisagem. Wadt et al. (2005a) citam que o padrão de distribuição agrupado ou disperso pode ser parcialmente resultante da tipologia florestal das áreas de ocorrência natural das castanheiras. O local desse estudo é uma floresta aberta (INPE, 2002); talvez florestas abertas promovam melhores condições para regeneração, tais como maiores níveis de

luminosidade, resultando em um padrão de distribuição espacial mais disperso e um estabelecimento de mudas mais constante.

7.3 DAP de castanheiras vermelhas e brancas

Para todas as castanheiras, o DAP médio das vermelhas foi significativamente maior que das brancas, 112,04 cm ($\pm 33,73$) e 83,91 cm ($\pm 31,53$), respectivamente. Quando a Análise de Variância (ANOVA) foi feita considerando tipos dentro de local não houve diferença significativa entre grupos ($p = 0,730$), ou seja, entre os locais o DAP médio de castanheiras com o mesmo tipo foram semelhantes (Tabela 2). No entanto, observou-se que no Rio de Janeiro o DAP médio das castanheiras vermelhas e brancas foram semelhantes. Este resultado pode ser explicado pelo fato das árvores avaliadas neste local serem originadas de um estudo anterior onde houve seleção de árvores para acompanhamento da produção com controle de DAP.

Tabela 2. DAP médio de castanheiras vermelhas e brancas nas quatro áreas de estudo.

Local	Tipo	N	DAP médio (cm)	Desvio Padrão
São João	Branca	45	80,01	28,47
	Vermelha	56	116,93	31,34
Rio de Janeiro	Branca	38	102,92	36,19
	Vermelha	95	101,13	36,56
Embrapa	Branca	24	67,20	18,69
	Vermelha	26	133,05	29,14
Nova Jerusalém	Branca	11	70,63	10,54
	Vermelha	39	117,59	22,02

7.4 Classificação morfológica das árvores

Foi testada a consistência das características de tronco e copa na classificação dos tipos. Primeiro foram analisadas todas as árvores independente do local (Tabela 3) e depois para cada um dos locais separadamente.

Para todas as castanheiras as variáveis forma da copa e do tronco foram importantes para a classificação dos tipos ($p < 0,001$ para ambas), tanto pela análise de Lambda como pela de *risk estimate*, enquanto que a variável base do tronco não foi capaz de prever o tipo ($p = 0,69$).

Tabela 3. Porcentagem de ocorrência das variáveis morfológicas da árvore para os tipos de castanha branca e vermelha. PC=para cima, GC=guarda-chuva.

Tipo	Copa		Tronco		Base do Tronco	
	PC	GC	Reto	Cônico	Reto	Com Saliências
Branca	63,6	36,4	11,9	88,1	44,9	55,1
Vermelha	9,7	90,3	73,1	26,9	22,7	77,3

Quando essa mesma análise foi feita para cada local obteve-se resultado semelhante, sendo que na Colônia São João a associação das variáveis forma da copa e forma do tronco com a definição do tipo não foi tão significativa quando para os demais locais. Esse resultado é interessante e chama a atenção para um provável erro na coleta de dados. Nesse local a classificação das árvores quanto ao tipo foi mais consistente pelo fato da árvore ser furada para verificação da cor da madeira e também esse foi o primeiro local a ser avaliado. No processo de coleta dos dados pode ter ocorrido certa tendenciosidade do classificador em dizer o tipo da castanheira em função do formato da copa e do tronco.

Mesmo com esse problema metodológico, árvores com copa na forma de guarda-chuva foram associadas com castanheira vermelha e a copa para cima com as castanheiras brancas. Esses resultados concordam com o conhecimento empírico dos castanheiros conforme relatado no início desse trabalho.

De acordo com estudo realizado no Amapá por Pires & Prance (1984), as castanheiras daquela região apresentam um engrossamento no caule, em alguns casos semelhantes a raízes escoras, mas que podem ir até a copa, que parece ser característica da espécie na região, o que aumenta seu DAP. Assim, muitas castanheiras no Amapá não têm o caule extremamente cilíndrico.

7.5 Produção e caracterização morfométrica de frutos e sementes

A produção média de frutos para castanheiras brancas e vermelhas, baseado na produção de cinco anos (dados coletados para as 133 castanheiras da Colocação Rio de Janeiro) foi significativamente diferente ($p = 0,004$), com média de 75,5 ($\pm 89,7$) frutos anuais para as castanheiras vermelhas e 31,1 ($\pm 29,9$) frutos anuais para as castanheiras brancas.

Observou-se uma grande variação de produção para as castanheiras vermelhas, enquanto que para as castanheiras brancas parece que a produção foi menos variável entre as árvores. Segundo Prance & Mori (1979) a variação anual na produção de frutos de castanheiras entre os indivíduos é comum. Fatores ambientais, mecanismos fisiológicos ou genéticos da planta podem ser explicações plausíveis para explicar tais variações (Zuidema, 2003). No entanto, Baider (2000) ao estudar a produção de castanha-do-brasil em aproximadamente 10.000 hectares da Estação de Pesquisa do Pinkaiti, sudeste do Pará, verificou que a relação entre safras consecutivas foi sempre positiva, o que indica não haver diferenças na produção ao longo do tempo. As regressões lineares mostram que as árvores que produzem menos frutos num ano continuam a fazer o mesmo no próximo, sendo verdadeiro para aquelas que produzem mais. Entretanto, a alocação dos recursos para a reprodução entre os anos e entre indivíduos pode ser diferente. A autora observou também que as castanheiras com maiores DAP's produziam mais do que as de menor tamanho. Já Clements (1993) atribui a exploração secular como um ponto fundamental na diminuição do total de frutos produzidos, devido à deficiência nutricional de elementos que são removidos do solo, e não retornam, como por exemplo, o enxofre.

A diferença de produtividade foi observada também em um estudo em castanhais silvestres próximo à Marabá, onde se verificou uma redução de 55% na produtividade, decorrente da diminuição da área de ocorrência dos castanhais em 11%, já que os castanhais remanescentes foram fragmentados, dificultando a polinização, também prejudicada pela fumaça das queimadas (Kitamura & Müller, 1984).

Para as variáveis morfométricas de frutos e sementes coletadas em 15 castanheiras vermelhas e 16 brancas também da Colocação Rio de Janeiro (Tabela 4), apenas o peso seco de 10 sementes e o comprimento de semente não foi diferente entre os tipos (Tabela 5).

Tabela 4. Variáveis morfométricas de frutos e sementes de 31 castanheiras, Colocação Rio de Janeiro, RESEX Chico Mendes.

Variável	Cast. Branca			Cast. Vermelha			Todas		
	Média	N	Desvio Padrão	Média	N	Desvio Padrão	Média	N	Desvio Padrão
Comprimento da semente (cm)	4,09	143	0,39	4,11	160	0,27	4,10	303	0,33
Largura da semente (cm)	2,47	143	0,21	2,52	160	0,16	2,49	303	0,18
Comprimento do fruto (cm)	10,34	143	0,69	10,84	160	0,72	10,60	303	0,75
Largura do fruto (cm)	9,89	143	0,77	10,13	160	0,78	10,02	303	0,78
Peso seco do fruto (g)	373,07	143	115,00	430,27	160	113,15	403,27	303	117,38
Peso seco de 10 sementes (g)	57,74	143	17,70	58,50	160	18,94	58,14	303	18,34
Espessura do pericarpo (cm)	1,03	143	0,22	1,16	160	0,19	1,10	303	0,21
Num de sementes	17,83	143	3,07	17,11	160	2,73	17,45	303	2,91

De uma maneira geral os frutos da castanheira vermelha são maiores, mais pesados e com menor número de sementes do que os da castanheira branca (Tabela 5).

Além das variáveis morfométricas foi avaliada ainda a forma do opérculo dos frutos dessas castanheiras. Embora as castanheiras vermelhas tenham apresentado uma tendência para opérculo cônico (62,5%) não se observou estatisticamente associação do tipo com a forma do opérculo ($p = 0,479$).

Tabela 5. Análise de variância para as oito características morfométricas avaliadas em frutos e sementes de castanheiras brancas e vermelhas, Colocação Rio de Janeiro.

Variáveis		Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	F	Sig.
Comprimento de semente por tipo	Entre grupos	0,039	1	0,039	0,36	0,549
	Dentro de grupos	32,813	301	0,109		
	Total	32,853	302			
Largura de semente por tipo	Entre grupos	0,2	1	0,2	5,98	0,015
	Dentro de grupos	10,054	301	0,033		
	Total	10,254	302			
Comprimento de fruto por tipo	Entre grupos	4,453	1	4,453	7,43	0,007
	Dentro de grupos	180,452	301	0,6		
	Total	184,904	302			
Largura de fruto por tipo	Entre grupos	18,952	1	18,952	38,29	0,000
	Dentro de grupos	148,975	301	0,495		
	Total	167,927	302			
Peso seco de fruto por tipo	Entre grupos	247119,03	1	247119,03	19,01	0,000
	Dentro de grupos	3913603,05	301	13002,003		
	Total	4160722,08	302			
Espessura do pericarpo por tipo	Entre grupos	1,271	1	1,271	30,79	0,000
	Dentro de grupos	12,424	301	0,041		
	Total	13,695	302			
Numero de sementes por tipo	Entre grupos	38,353	1	38,353	4,57	0,033
	Dentro de grupos	2524,604	301	8,387		
	Total	2562,957	302			
Peso seco de 10 sementes por tipo	Entre grupos	43,663	1	43,663	0,13	0,719
	Dentro de grupos	101551,331	301	337,38		
	Total	101594,994	302			

Almeida (1963) cita que pode existir variação natural no tamanho das sementes de castanheira entre populações de diferentes localidades, como por exemplo, as sementes do R. Trombetas são consideradas como maiores, e as do Acre menores. Segundo a classificação de Souza (1963) para o tamanho vertical das sementes, a maior parte das sementes analisadas (79,1%) foi pequena e a outra parte foi praticamente de tamanho médio, pois apenas uma semente foi classificada como grande. Esse resultado apesar de ter uma representatividade muito pequena concorda com as observações de Almeida (1963). No entanto, o tamanho das sementes classificado como pequena, média e grande não foi consistente para a classificação de tipos, ou seja, nenhum tamanho esteve associado a um ou outro tipo de castanheira.

Segundo relatos de Almeida (1963) o diâmetro do fruto varia de 10 a 15 cm (10 cm para frutos do Rio Tocantins, e 15 cm para os frutos do Rio Trombetas), e o peso varia de um a dois quilos. O número de sementes varia de 10 a 25 por fruto. Muller et al. (1980) e Moritz (1984) observaram em seus estudos que quanto maior a taxa de fecundação mais tempo os frutos ficam ligados a planta-mãe e esses frutos acabam por serem maiores e mais pesados, quando comparado aos que caem antes. Moritz (1984) relata que o desenvolvimento dos frutos novos depende do seu número de sementes, pois são os principais centros de produção de hormônios, que fazem com que os nutrientes cheguem a eles, apesar da competição que ocorre com outras partes da planta.

Bruce Nelson (com. pess. citado por Mori & Prance 1990) sugere que para *Bertholletia*, a variação intrapopulacional, tanto no tamanho da semente, como no número de sementes por fruto, possa ser tão grande quanto as variações interpopulacionais. Já o tamanho da semente, o número de sementes por fruto e o número de frutos de ano para ano seria relativamente constante por indivíduo.

Pardo (2001), em seu estudo realizado em fragmentos florestais e pastagens na Reserva Extrativista Chico Mendes, Xapuri – AC, cita que a produção de frutos de castanheiras em pastagem parece possuir estreita relação com a idade de formação da pastagem, ou seja, quando mais velha a pastagem menor densidade de frutos por área e que essa relação, provavelmente, não ocorre apenas em função do número de matrizes devido à morte, mas também da diminuição de frutos por árvores.

8 CONSIDERAÇÕES PARA O MANEJO

Os recursos florestais tropicais tradicionalmente têm sido divididos em dois grupos: produtos florestais madeireiros e não madeireiros. A castanheira está incluída neste último grupo, e vale ressaltar sua notável importância para comunidades tradicionais da Amazônia. O potencial econômico da castanha-do-brasil e a importância da atividade extrativista de produtos florestais não madeireiros são muito citados em estudos científicos da espécie, mas a interação do conhecimento tradicional com esses estudos científicos ainda é muito pouco estudado.

Uma questão chave que se segue à implantação de reservas extrativistas tradicionais é o desafio de aumentar a produtividade e obter sustentabilidade dos sistemas de produção. A produtividade dos sistemas extrativistas tradicionais é geralmente reduzida e não se prevê um abastecimento para assegurar a produção, tais como controle de colheita, replantio, etc.

De acordo com Viana et al. (1998) diversas alternativas para aumentar a produtividade da castanheira em áreas extrativistas foram examinadas, como o corte de abertura de indivíduos não-reprodutivos suprimidos em populações naturais, plantio em sistema agroflorestais, plantios selecionados em clareiras e plantios selecionados em florestas secundárias, sendo que o manejo mais viável economicamente foi o corte de abertura de indivíduos não reprodutivos. O resultado obtido no presente trabalho de maior produção anual de frutos de castanheiras vermelhas indica que castanhais com maior proporção de castanheiras vermelhas em relação às brancas tenderão a apresentar maior produtividade. Portanto, aconselha-se que as estratégias de manejo visando aumento da produtividade devem considerar a classificação popular.

Com relação às características morfológicas da árvore, a associação entre a forma da copa e o tipo de castanheira concorda com o conhecimento empírico dos castanheiros. Árvores com copa na forma de guarda-chuva foram associadas com castanheira vermelha e copa para cima com as castanheiras brancas. Esses resultados concordam com o conhecimento empírico dos castanheiros. O tipo de copa das castanheiras pode influenciar a produção de frutos, já que a copa tipo guarda-chuva das castanheiras vermelhas apresenta galhos mais grossos que podem sustentar uma carga maior de frutos e também frutos de maior tamanho e peso.

Deve-se considerar também a correlação positiva entre DAP e produção (Baider, 2000). A maior produção de castanheiras vermelhas pode estar relacionada ao fato dessas apresentarem maior DAP médio em comparação às brancas. Dessa maneira, o conjunto de características morfológicas de castanheiras vermelhas favorece tanto a maior produção como o maior tamanho médio de frutos. De maneira geral, conclui-se que o manejo e o plantio que tenham como estratégia o favorecimento de castanheiras classificadas como vermelhas devem ser incentivados.

Os resultados das análises de morfologia das árvores apresentaram variações, sendo que duas sugestões que podem ser adotadas na busca de maior consistência dos resultados são (1) a classificação botânica dos dois tipos de castanheira e (2) a verificação da cor da madeira em todas as castanheiras classificadas visualmente. A caracterização das árvores por meio de marcadores moleculares poderá ainda averiguar se as diferenças morfológicas e ecológicas entre os tipos são sustentadas por diferenças genéticas.

Para o efeito de manejo da espécie recomenda-se ainda planos de reflorestamento em áreas fragmentadas e estudos de melhoramento vegetal utilizando progênies de castanheiras classificadas como vermelhas. Pardo (2001), em estudo realizado no Acre, recomenda que áreas de florestas naturais devem ter extensões contínuas de no mínimo 1.500 ha para garantir um tamanho mínimo viável para manutenção da diversidade genética da espécie em longo prazo.

No caso de *Bertholletia excelsa*, qualquer estratégia de manejo ou de conservação deve ser discutida, levando-se em conta tanto as características ecológicas da espécie quanto das populações humanas que dela dependem para sua sobrevivência.

9 CONCLUSÕES

- Considerando-se o conjunto de árvores analisadas, observou-se maior proporção de castanheiras vermelhas em relação às brancas. Porém, a ocorrência de castanheiras dos dois tipos dentro de cada população foi aleatória.
- Não foi observada uma diferença de padrão de distribuição espacial para os tipos de castanheiras.
- Árvores com copa na forma de guarda-chuva foram associadas com castanheira vermelha e a copa para cima com as castanheiras brancas.
- Para todas as castanheiras, o DAP médio das vermelhas foi significativamente maior que das brancas.
- A produção média de castanheiras vermelhas é significativamente maior e os frutos são maiores, mais pesados e com menor número de sementes em comparação à castanheira branca.
- A classificação popular das castanheiras pelos extrativistas do sudeste do Acre é sustentada por características morfológicas e ecológicas entre os tipos.
- A classificação popular deve ser considerada na elaboração de estratégias de manejo que visem aumento da produtividade.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. P. Castanha do Pará: Sua exportação e importância na economia Amazônica. **Estudos Brasileiros**, v. 19, p. 1-86. 1963.

ARGOLO, V. M.; WADT, L. H. de O. Abelhas visitantes de flores de *Bertholletia excelsa* em área de plantio e floresta nativa - Rio Branco Acre. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6., 2003, Fortaleza. **Anais de trabalhos completos**. Fortaleza: Editora da Universidade do Ceará, 2003.

BAIDER, C. Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental, 2000. 81 p. Tese (doutorado) – Instituto de Biociência. Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia Geral - USP, São Paulo, 2000.

BEGOSSI, A. Etnobotânica em Comunidades Caiçaras. In: FONSECA, V.; SILVA, I.M; FARNEY, C.C.S; SÁ, C. (Org.) **Etnobotânica bases para a conservação**. Seropédica, RJ: EDUR, 1998, p. 108-119.

CASAS, A.; CABALLERO, J. Traditional Management and Morphological Variation in *Leucaena Esculenta* (Fabaceae: Mimosoideae) in the Mixtec Region of Guerrero-Mexico. **Economic Botany** 50 (2), p.167-181, 1996.

CLAY, W. J. Brazil Nuts. The use of a keystone species for conservation and development. In: treese, Cintis (ed). **Harvesting wild species: Implications for biodiversity conservation**. The John Hopkins University Press, Baltimore. p.246-282, 1997.

CLEMENT, C. R. Brasil nut. In: Clay, J.; Clement, C. R. (Ed) **Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests**. Roma: FAO. 1993, p. 115-126. (Miscellaneous 93/6. Working paper).

CLEMENT, C. R. Uso de AFLPS para discriminar raças primitivas de pupunha (*Bactris gassipaes*) na Amazonia brasileira. **Scientia Agricola**, V.59, n. 4, p.749-753, 2002.

CORNEJO, F. Historia natural de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb.& Bonpl.) y propuestas para su manejo. **Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazônica (ACCA)**. Madre de Dios, Peru. 2003, 52 p.

CORRÊA, M. PIO. Dicionário das plantas úteis do Brasil e da exótica cultivada. Rio de Janeiro: **Ministério da Agricultura**, v. 2, p.129-131, 1931.

CYMERYS, M.; WADT, L.H.O.; KAINER, K.; ARGOLO, V. Castanheira. In: Shanley, P.; Medina, G. (Eds.) **Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica**. Belém: CIFOR & Imazon, p. 61-73, 2005.

DALY, D. C. Systematics and ethnobotany: what's in a name? In: Fonseca,V.; Silva,I. M; Farney,C. C .S; Sá, C. (Org.) **Etnobotânica bases para a conservação**. Seropédica, RJ: EDUR, p. 108-119, 1998.

DIEGUES, A.C. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. In: DIEGUES, A.C. (Org). **Etnoconservação Novos Rumos a Conservação da Natureza**. São Paulo: Hucitec, p. 1-46, 2000.

FONSECA-KRUEL, V. S. da., SILVA, I. M. ; PINHEIRO , C. U. B. O ensino acadêmico da etnobotânica no Brasil . **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 97-106, 2005.

IBGE/SIDRA. **Extração vegetal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em 04 dez. 2005.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da Floresta Amazônica por satélite: 2001-2002**. Ministério de Ciências e Tecnologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo. 2002.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Dinâmica de populações de espécies Arbóreas: Implicações para o manejo e a conservação. **Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, 3. ACIESP**,. v. 2, p. 1-9, 1994.

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

KAINER, K. A.; De MATOS MALAVASI, M.; DURYEA, M. L. and RODRIGUES Da SILVA, E. Seed Characteristics preimbibition and Germination. **Seed Sci. & Technol.** , 27, 731-745. 1999.

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

KITAMURA, P. C.; MÜLLER, C. H. Castanhais nativos de Marabá-Pa: fatores de depredação e bases para sua preservação. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1984. p. 32. (**EMBRAPA-CPATU. Documentos, 30**).

KREBS, C.J. **Ecological methodology**, 2nd edition. Benjamin/Cummings, Menlo Park, CA. 1999.

MARETTI, C.; WADT, L. H. O.; GOMES-SILVA, D. A. P.; MALDONADO, W. T. P.; SANCHES, R. A.; COUTINHO, F.; BRITO, S. S. From pre-assumptions to a 'just world conserving nature': the role of Category VI in protecting landscapes. In: BROWN, J. MITCHELL, N. & BERESFORD, M. (Eds.) 2005. **The protected landscape approach: linking nature, culture and community**. Gland and Cambridge, IUCN (with The Countryside Agency (UK), IUCN TILCEPA, QLF Atlantic Center for the Environment, Conservation Study Institute (US National Parks Service), and International Centre for Protected Landscapes), pp. 47–64. (IUCN World Commission on Protected Areas.)

MAUÉS, M. M. Reproductive phenology and pollination of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: KEVAN P & IMPERATRIZ FONSECA VL (eds) - **Pollinating Bees. The Conservation Link Between Agriculture and Nature** - Ministry of Environment/ Brasilia. P.245-254. 2002.

MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, F. C. Fenologia reprodutiva e entomofauna polinizadora da castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) na Amazônia Oriental. Belém: (**EMBRAPA-CPATU, Documentos 123**), p. 25-30,1999.

MKUMBIRA, J.; CHIWONA-KARLTUN, L.; LAGERCRANTZ, U.; MAHUNGU, M. N.; SAKA, J.; MHONE, A.; BOKANGA, M.; BRIMER, L.; GULLBERG, U.; ROSILING, H. classification of cassava into “bitter” and “cool” in Malawi: From farmers’ perception to characterisation by molecular markers. **Euphytica**, v. 132, p. 7-22, 2003.

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

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

MÜLLER, C. H. **Castanha-do-brasil: Estudos agrônômicos**. Belém: EMBRAPA-CPATU il. Doc.1). 25p,1981.

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

MYERS, G.; 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**. Manag. N. 127, p. 119-128, 2000.

NEPSTAD, D.; BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A.; VIANA, V. Biotic impoverishment of Amazonian forests by rubber tappers, loggers, and cattle ranchers. **Advances in Economic Botany**, v. 9, p. 1-14, 1992.

O'MALLEY, D. M.; BUCKLEY, D. P.; PRANCE, G. T.; BAWA, K. S. Genetics of Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. And Bonpl.: Lecythidaceae). 2. Mating system. **Theoretical and Applied Genetics** v.76, p.929-932, 1988

ORTIZ, E.G. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). In: SHANLEY, P., PIERCE A. R., LAIRD, S. A., Guillen, A. (Eds.), **Tapping the green market: Certification & management of non-timber forest products**. Earthscan Publications Ltd., London, pp. 61-74, 2002.

PARDO, M de. Estrutura genética de castanha do brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) em floresta e em pastagens no leste do estado do acre. 2001, 72 p. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) – Escola Superior de Agricultura de Queiroz,2001.

PEÑA-CLAROS, M.; BOOT, R. G. A.; DOURADO-LORA, J. Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Boliavian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. **Forest Ecology and Management**, v. 161, p. 159-168. 2002

PERES, C. A.; BAIDER, C. Seed dispersal spatial distribution and populacion structure of Brazil nur trees (*Bertholletia*) in Southeastern Amazonian. **Journal of Tropical Ecology**, v. 13, p. 595-616, 1997.

PERES, C. O.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; LAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L. FRANCISIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; SHEPARD Jr, G. H.; KANASHIRO, M.; CONVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, p. 2112-2114. 2003.

PERONI, N. Ecologia e genética da mandioca na agricultura itinerante do litoral Sul Paulista: uma análise espacial e temporal. 2004, 227 p. Tese (Doutorado em genética) – Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PETERS, C. M. ; GENTRY, A. H.; MENDELSON, R. O. **Valuation of an Amazonian rainforest**. **Nature** 339: 655-656, 1989.

PINHEIRO, E.; ALBUQUERQUE, M. Castanha do Pará. In Brasil. **Livro anual da Agricultura**. Ministério da Agricultura. Brasília. p. 225-233,1968.

PIRES, M. P. ; PRANCE, G. T. The vegetation types near watershed. In: Sioli, H. (Ed) **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht: Dr. Junk. P. 603-622. 1984.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. Lecythidaceae. **Flora Neotropica**, v. 21, n. 1, p. 1-270, 1979.

RIGAMONTE-AZEVEDO, E.O.C. Copaíba: estrutura populacional, produção e qualidade do óleo-resina em populações nativas do sudoeste da Amazônia. (Dissertação de mestrado). Rio Branco/AC: UFAC. 2004.

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

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

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 mestrado), 57f, UFAC, 2006.

SHANLEY, P.; CYMERYYS, M. e GALVÃO, J. (Ed.). **Frutíferas da mata na vida amazônica**. Belém: Imazon, 1998. p. 21-27.

SILVA. M. F. F.; ROSA, N. A.; NEPSTAD, D. C.; BAKK, A. Estudo botânico na área do projeto Ferro Carajás. 3. Aspectos florísticos da mata do aeroporto da Serra Norte-Pa. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Botânica, v. 2, n. 2, p. 169-187, 1986.

SOUZA, A. H. de. **Castanha do Pará: Estudo botânico, químico e tecnológico**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura-Serviço de Informação Agrícola, (Estudos Técnicos, 23), p. 69,1963.

SOUZA, M. L. Estudos de processos tecnológicos para a obtenção de produtos derivados da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B. K.). (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará, 1984.

SOUZA, M. R. de. Etnoconhecimento caiçara e uso de recursos pesqueiros por pescadores artesanais e esportivos no Vale do Riberalta. Dissertação de Mestrado. ESALQ – USP, São Paulo, 2004.

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.

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

VIEIRA, S. , TRUMBORE, S. , de CAMARGO, P. B. , SELHORST, D. , CHAMBERS, J. Q. , HIGUCHI, N. , MARTINELLI, L. A. Show growth rates of Amazonian trees: Consequences for carbon cycling. (Ed.) CHRISTOPHER, B. FIELD, **Carnegie Institution of Washington, Stanford, CA** , 2005.

WADT, L. H. de O.; KAINER, K. A.; CARTAXO, C. B. da C.; NUNES, MOUZINHO, G; LEITE, F. M. N.; SOUZA, J. M. L. de; GOMES-SILVA, D. A. P.; SOUSA, M. de M. M. **Manejo da castanheira (*Bertholletia excelsa*) para produção de castanha-do-brasil**. Rio Branco: Governo do Estado do Acre, 2005b. (Documento Técnico - Sepref 03).

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, 2005a.

ZUIDEMA, P. A. Ecology and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*).PROMAB **Scientific Series 6**, PROMAB, Ribeiralta Bolivia.112p. 2003.

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