

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LAERCIO DA SILVEIRA SOARES BARBEIRO

**SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAR A
PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Bertholletia excelsa* H.B.K
(CASTANHA DO BRASIL) NA REGIÃO DE ORIXIMINÁ - PA**

CURITIBA
2012

LAERCIO DA SILVEIRA SOARES BARBEIRO

**SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAR A
PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Bertholletia excelsa* H.B.K
(CASTANHA DO BRASIL) NA REGIÃO DE ORIXIMINÁ - PA**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto
Co-orientadora: Prof. Dra. Ana Paula Dalla Côrte

CURITIBA
2012

Ficha catalográfica elaborada por Denis Uezu – CRB 1720/PR

Barbeiro, Laercio da Silveira Soares

Sistema de amostragem para quantificar a produção de sementes de *Bertholletia excelsa* H.B.K (castanha do Brasil) na região de Oriximiná – PA / Laercio da Silveira Soares Barbeiro. – 2012

115 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Sylvio Péllico Netto

Coorientadora: Prof. Dra. Ana Paula Dalla Corte

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 27/04/2012.

Área de concentração: Manejo florestal.

1. Castanha-do-pará. 2. Manejo florestal. 3. Castanha-do-pará - Amostragem. 4. Produtos florestais não-madeireiros – Pará. 5. Teses. I. Péllico Netto, Sylvio. II. Corte, Ana Paula Dalla. III. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDD – 634.9

CDU – 634.0.89





Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias - Centro de Ciências Florestais e da Madeira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

PARECER


Defesa nº. 906

A banca examinadora, instituída pelo colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, do Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, após arguir o(a) mestrando(a) *Laercio da Silveira Soares Barbeiro* em relação ao seu trabalho de dissertação intitulado "**SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE SEMENTES DE *Bertholletia excelsa* H.B.K (CASTANHA DO BRASIL) NA REGIÃO DE ORIXIMINÁ - PA**", é de parecer favorável à **APROVAÇÃO** do(a) acadêmico(a), habilitando-o(a) ao título de *Mestre* em Engenharia Florestal, área de concentração em **MANEJO FLORESTAL**.

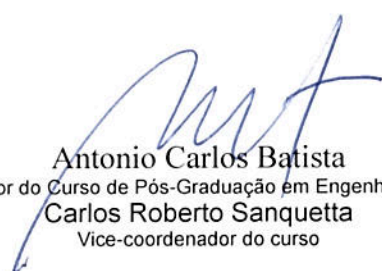

Dr. Márcio Coraiola
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Primeiro examinador


Dr. Carlos Roberto Sanquetta
Universidade Federal do Paraná
Segundo examinador




Dr. Sylvio Pellico Netto
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Orientador e presidente da banca examinadora

Curitiba, 27 de abril de 2012.


Antonio Carlos Batista
Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Carlos Roberto Sanquetta
Vice-coordenador do curso

A minha mãe, Loeci Kleinick da Silveira,
ao meu pai, Luiz Soares Barbeiro(*in memoriam*) e ao
meu irmão, Lucio da Silveira Soares Barbeiro,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Loeci Kleinick da Silveira, ao meu pai, Luiz Soares Barbeiro e ao meu irmão Lucio Da Silveira Soares Barbeiro, por todo apoio e incentivo ao longo da minha vida.

Ao professor Sylvio Péllico Netto pela intensa dedicação e apoio incondicional no desenvolvimento da minha pesquisa.

A professora Ana Paula Dalla Côrte pela prontidão a cooperar com meu trabalho e pelos inúmeros ensinamentos que contribuíram com minha formação científica.

A Dra Lúcia Helena Wadt pelas diversas informações que subsidiaram a tomada de decisões na condução dessa pesquisa.

Ao professor Carlos Roberto Sanquetta pela oportunidade de ingresso na iniciação científica e pelo apoio durante a graduação.

Ao Instituto Chico Mendendes de Biodiversidade (ICMbio) e Insitutituo Brasileiro de Recursos Renováveis (IBAMA pelas autorizações de pesquisa.

Ao CNPq pelo incentivo financeiro concedido.

A Mineração Rio do Norte (MRN) pelo apoio logístico e pela sugestões na condução dessa pesquisa.

Aos professores Vitor Afonso Hoeflich e Joésio Deoclécio Pierin Siqueira pela valiosa contribuição a minha formação acadêmica e profissional.

Aos amigos Marcos Vinícius Cardoso, Charles Wikler, Raphael Alexandre Mariano e Heloene Siqueira pelas sugestões ao longo desse trabalho.

Aos castanheiros do Lago Erepecuru pelo auxilio na coleta de dados e pelas inúmeras discussões sobre o cotidiano amazônico.

Aos funcionários e professores do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, em especial aos Celso, Jean, Agrinaldo e Eliane.

Aos amigos Alan Lessa, Danuza Stall, Karina Broza, Julie Bossu, Leandro Cabral, Leandro Bonifácio, Kaline Gomes, Marcos de Oliveira, Juan Ramiro, Luís Balloni e Raquel Leão, pelas inúmeras noitadas regadas a rock n´roll no Empório São Francisco.

Ao Guilherme Ferreira Nunes pelas conversas sobre assuntos aleatórios durante minha estadia em Porto Trombetas.

As queridas amigas Camila Pereira Alvarães, Isabella Machado Bonassi, Luciana Nogueira, Thais de Castro Lima Varella e Julie Bossu pela força e incentivo.

“O caminho do homem justo é rodeado por todos os lados pelas injustiças dos egoístas e pela tirania dos homens maus. Abençoado é aquele que, em nome da caridade e da boa vontade pastoreia os fracos pelo vale da escuridão, pois ele é verdadeiramente o protetor de seu irmão e aquele que encontra as crianças perdidas. E Eu atacarei, com grande vingança e raiva furiosa aqueles que tentam envenenar e destruir meus irmãos. E você saberá: chamo-me o Senhor quando minha vingança cair sobre você”.

Ezequiel 25:17

RESUMO

Bertholletia excelsa, conhecida popularmente como castanha do Brasil é uma espécie chave para aliar a conservação e o manejo sustentável da floresta amazônica. Suas sementes (castanhas) são utilizadas como fonte de alimentação e renda em comunidades quilombolas e ribeirinhas, que habitam a floresta amazônica. O desenvolvimento de sistemas de inventários florestal para quantificar a produção de castanhas é uma atividade importante na cadeia produtiva de produtos florestais não madeireiros, constituindo-se numa ferramenta para o gerenciamento da produção de castanhas. O presente trabalho apresenta um sistema de amostragem para a quantificação de castanhas. Tal sistema foi concebido mediante a técnica de amostragem em multiestágio, também conhecida como amostragem multietápica. Nesse sistema, a amostra é obtida através de diversas etapas ou estágios da população. Tal estratégia consiste na divisão da população em unidades primárias (árvores), as quais são subdivididas em unidades secundárias (ouriços) e ainda subdivididas em unidades terciárias (castanhas). Este trabalho, conquanto constitui-se de uma simulação, é ilustrado com dados reais de campo, obtidos na Floresta Nacional Saracá Taquera e Reserva Biológica Rio Trombetas - PA. Os resultados mostram que a variância do peso médio entre as castanhas entre castanheiras da população foi de 42,95 (g)², enquanto que na amostragem essa estimativa foi de 49,22 (g)². As variâncias entre ouriços por árvore e dentro dos ouriços apresentaram valores maiores na amostragem comparando-se aos valores da população. A variância da média em função dos parâmetros da população foi de 3,03 (g)², contra 3,92 (g)² da amostragem. Em função disso, o erro padrão da amostragem foi de 1,87 gramas. Em linhas gerais, conclui-se que o sistema de amostragem proposto por esse estudo apresenta grande potencialidade na avaliação do peso de castanhas.

Palavras chave: Castanha do Brasil, Manejo Florestal, Teoria da Amostragem.

ABSTRACT

Bertholletia excelsa, (Brazil nut tree) is a key species to combine conservation and sustainable management of the Amazon rainforest. The nut seeds are used as a source of food and income in “quilombola” and riverside communities that inhabit the rainforest. The development of forest inventory systems to quantify the production of nuts is an important activity in the productive chain of non-timber forest products, thus becoming a tool for managing the production of nuts. This work presents a sampling protocol for the quantification of nuts. This protocol was designed by multistage sampling technique, also known as multistage sampling. In this process, the sample is obtained through several steps or stages of the population. This strategy consists of dividing the population in primary units (trees), which are subdivided into secondary units (fruit) and further subdivided into tertiary units (nuts). The sampling system was illustrated through simulation and real data obtained in the Saracá-Taquera National Forest and Trombetas River Biological Reserve in Pará State. The results show that variance in weight between the nut and the nut trees population was 42.95 g², while the sample estimate was 49.22 g². The variances among fruits per tree and inside fruits were greater in the sampling if comparing to the population values. The average variance in the parameters of the population was 3.03 g², compared to 3.92 g² sampling. As a result, the standard error of the sample was 1.92 grams. In general, it is concluded that the sampling system proposed by this study has great potential in the evaluation of nut weight.

Keywords: Brazil nuts, Forest Management, Sampling theory.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ASPECTO GERAL DE <i>Bertholletia excelsa</i>	7
FIGURA 2 – RAMO E INFLORESCÊNCIA DE <i>Bertholletia excelsa</i>	8
FIGURA 3 - FLORAÇÃO DA <i>Bertholletia excelsa</i>	9
FIGURA 4– OURIÇOS E CASTANHAS DE <i>Bertholletia excelsa</i>	10
FIGURA 5 – ATIVIDADES INERENTES NO MANEJO DE PFNM.	28
FIGURA 6 – AMOSTRAGEM ALEATÓRIA DE RAMOS.....	35
FIGURA 7– REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.	40
FIGURA 8 – ILUSTRAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DA CASTANHA DO BRASIL.....	42
FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.	49
FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DA CASTANHEIRA NO PLATÔ ALMEIDAS	51
FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DE OURIÇOS EM FUNÇÃO DO DAP (CM)	52
FIGURA 12 – PROCEDIMENTO PARA SIMULAR O NÚMERO DE OURIÇOS POR ÁRVORE.	54
FIGURA 13 – ACERVO FOTOGRÁFICO DA EXPEDIÇÃO AOS CASTANHAIS NA RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS.....	58
FIGURA 14 – QUEBRA DE OURIÇO E CONTAGEM DE CASTANHAS.....	59
FIGURA 15 – COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO PARA NÚMERO DE OURIÇOS	62
FIGURA 16– COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO	64
FIGURA 17 – COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO PARA NÚMERO DE ÁRVORES	66
FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DA CASTANHEIRA EM ALTAMIRA	67
FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DE PESO DAS CASTANHAS (GRAMAS)	71
FIGURA 20 – NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO	79

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA UTILIZADAS	55
TABELA 2 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (Nº OURIÇOS / DAP CM)	61
TABELA 3 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (FREQUÊNCIA DE ÁRVORES / DAP CM) - ACRE	63
TABELA 4 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (FREQUÊNCIA DE ÁRVORES / DAP CM) – PLATÔ ALMEIDAS	65
TABELA 5 – NÚMERO MÉDIO DE OURIÇOS POR ÁRVORE EM CADA CLASSE DIAMÉTRICA	68
TABELA 6 – NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO	69
TABELA 7 – PARÂMETROS PARA DUAS ÁRVORES DA POPULAÇÃO	72
TABELA 8 – PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR OURIÇO	76
TABELA 9 – NÚMERO MÉDIO DE CASTANHAS POR OURIÇO EM 100 ÁRVORES.....	78
TABELA 10 – NÚMERO DE CASTANHA POR CASTANHEIRA (K_i) E ÍNDICE DE VARIABILIDADE DE CASTANHAS POR CASTANHEIRAS (w_i)	80
TABELA 11 – PESO DAS CASTANHAS PONDERADO PELO ÍNDICE DE VARIABILIDADE CASTANHAS POR OURIÇO – U_{ijk}	82
TABELA 12 – PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR CASTANHEIRA DE 100 ÁRVORES.....	83
TABELA 13 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR CASTANHEIRA.....	85
TABELA 14 – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO	87
TABELA 15 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO	88
TABELA 16 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO.....	89
TABELA 17 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS DENTRO DOS OURIÇOS.....	90
TABELA 18 – PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO NA AMOSTRAGEM	91
TABELA 19 – PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR CASTANHEIRA.....	91

TABELA 20 – PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR CASTANHEIRA	92
TABELA 21 – PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS ENTRE CASTANHEIRAS	94
TABELA 22– PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS ENTRE CASTANHEIRAS	94
TABELA 23 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS ENTRE OURIÇOS EM CADA ÁRVORE AMOSTRADA.....	95
TABELA 24 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS DENTRO DOS OURIÇOS.....	96
TABELA 25 – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA VARIÂNCIA DA MÉDIA DA POPULAÇÃO.....	97

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO GERAL	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A ESPÉCIE <i>Bertholletia excelsa</i> (H & B).....	4
2.1.1 Importância socioeconômica	4
2.1.2 Descrição botânica	5
2.1.3 Distribuição Geográfica	11
2.1.4 Ecologia.....	11
2.1.5 Florescência, Frutificação e Dispersão.....	13
2.1.6 Polinização	15
2.1.7 Regeneração	17
2.1.8 Estrutura Populacional	17
2.1.9 Biometria da Castanha do Brasil	18
2.1.10 Produção de Castanhais	19
2.2 COMUNIDADES QUILOMBOLAS E RIBEIRINHAS DE ORIXIMINA-PA.....	21
2.2.1 História e Ocupação das Comunidades Quilombolas e Ribeirinhas de Oriximiná – PA	21
2.2.2 Reserva Biológica do Rio Trombetas	23
2.2.3 Uso do solo nas Comunidades ao Longo do Rio Trombetas	23
2.2.4 Extrativismo Florestal nas Comunidades ao Longo do Rio Trombetas	24
2.3 MANEJO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIRÁVEIS.....	27
2.4 TEORIA DA AMOSTRAGEM	31
2.4.1 História e Desenvolvimento.....	31
2.4.2 Sistema de Amostragem	33
2.4.3 Teoria de Amostragem Aplicada na Quantificação de PFNM	35

3 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA	40
3.2 PARÂMETROS DA POPULAÇÃO	43
3.2.1 Médias.....	43
3.2.2 Variâncias.....	45
3.3 ESTATÍSTICAS DA AMOSTRAGEM	46
3.3.1 Estimadores das médias	46
3.3.2 Estimadores das variâncias.....	47
3.3.3 Variância da média.....	48
3.4 APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM	49
3.5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	50
3.6 DADOS SECUNDÁRIOS	50
3.7 Definição da População.....	51
3.8 Número de ouriços por árvore.....	52
3.9 Simulação.....	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1 AJUSTE DAS FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA.....	61
4.2 NÚMERO DE OURIÇO POR ÁRVORE	68
4.3 SIMULAÇÃO DO NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO	69
4.4 SIMULAÇÃO DO PESO INDIVIDUAL DAS CASTANHAS.....	70
4.5.2 Médias.....	76
4.5.3.Variâncias.....	84
4.5.4 Amostragem	90
4.5.5 Médias.....	91
4.5.6 Estimadores das variâncias.....	93
4.5.7 Variância da Média.....	96

4.5.8 Utilização do Sistema de Amostragem.....	98
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	100
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
7. ANEXOS	109

1 INTRODUÇÃO

A dissertação ora apresentada enquadra-se na área temática de Manejo Florestal, uma das linhas acadêmicas do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Os temas aqui desenvolvidos englobam as subáreas de inventário florestal, recursos florestais não madeireiros e história de populações quilombolas e ribeirinhas da Amazônia.

Historicamente, a idéia de desenvolver essa pesquisa aconteceu em meados dos anos 90. Naquela ocasião, o estudo desenvolvido por Silva e Péllico Netto (1996), resultou em um sistema de amostragem para a quantificação da Seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. Ex ADR. De Juss) Muell – Arg)) na Floresta Estadual do Antimary. Tal pesquisa, não somente visou à elaboração de estudos amostrais em produtos florestais não madeireiros, como também, constituiu numa das mais ricas descrições e contextualização do extrativismo na Amazônia.

A cadeia produtiva de produtos florestais não madeireiros carece ainda de informações quantitativas e qualitativas sobre os produtos potenciais ao desenvolvimento de comunidades. Essas informações tratadas isoladamente não garantem melhorias às comunidades extrativistas, entretanto, como no caso da castanheira, podem fornecer subsídio para o gerenciamento desse recurso.

Em se tratando de levantamentos quantitativos na ciência florestal, sobretudo os manejadores florestais se consolidaram ao longo das gerações como os desenvolvimentistas de métodos, processo e sistemas de amostragem. Devido às particularidades da floresta em termos de formas, vida e complexidade, os pesquisadores florestais criaram e adequaram diversos métodos de amostragem conhecidos atualmente. Pode-se afirmar, seguramente, que diversos métodos e processos de amostragem utilizados nas mais diversas áreas da ciência são derivados de métodos de amostragem desenvolvidos no campo florestal na década de 70.

No entanto, na maioria das vezes, o alvo da aplicação de amostragem se direciona para quantificação volumétrica de árvores. Tal atividade

concernente à obtenção de outras informações das árvores como, por exemplo, as variáveis quantitativas (número de frutos e número de sementes), ainda carecem de aprofundamento científico, o que acabou se tornando em um elemento motivador na formalização e condução deste estudo.

A Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* H.&B. Lecythidaceae) é uma espécie de extrema importância no extrativismo da Amazônia. Trata-se de uma árvore intimamente ligada à cultura das populações tradicionais da Amazônia. Seus produtos e subprodutos são utilizados há várias gerações, como fonte de alimentação e renda.

Posto isto, este trabalho apresenta como objetivo principal a concepção teórica do modelo estatístico que explica o constructo da produção de castanhas.

Uma das premissas básicas no desenvolvimento desta pesquisa foi adequar o modelo estatístico à realidade *in situ* existente na área de pesquisa. Isso significa que o modelo estatístico foi formulado com dados reais de campo, para ser posteriormente aplicado com dados simulados e com auxílio da teoria estatística e de amostragem.

A ampla revisão de literatura é justificada pelas inúmeras variações dos aspectos ecológicos atrelados à produção de castanhas. Sendo assim, compreender essa variabilidade torna-se fundamental para modelar o tratamento matemático à variabilidade característica da referida espécie.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi o desenvolvimento de um sistema de amostragem para quantificar a produção de castanhas de *Bertholletia excelsa*. Com esse objetivo, pretende-se gerar uma estrutura capaz de tornar tal quantificação a incorporar ponderações apropriadas para equalizar as variações ocorrentes nas intensidades de populacionais a nível de número de ouriços no segundo estágio e em nível de número de castanha no terceiro estágio.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Aplicar e avaliar o sistema de amostragem em um castanhal na Floresta Nacional Saracá Taquerá;
- Avaliar a consistência e precisão dos estimadores estatísticos integrantes do sistema de amostragem proposto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ESPÉCIE *Bertholletia excelsa* (H & B)

Bertholletia excelsa foi originalmente descrita em 1807 por Humboldt e Bonpland. No entanto, foi Poiteau, em 1825, o primeiro a dar à Lecythidaceae o status de família, removendo os gêneros *Bertholletia*, *Couratari*, *Couroupita* e *Gustavia* da família Myrtaceae, na qual eram tradicionalmente classificados (MORI e PRANCE, 1990).

Considerando a família Lecythidaceae, verificam-se quatro subfamílias, sendo essas compostas por dez gêneros e 200 espécies, distribuídos desde o sul do México até o sul do Brasil. O gênero *Bertholletia* homenageia L. C. Berthollet (1748-1822), famoso químico contemporâneo de Humboldt e Bonpland (MORI e PRANCE, 1990).

A Castanheira do Brasil representa a única espécie existente no gênero *Bertholletia* e, embora exista uma considerável variação no tamanho, forma e número de sementes por fruto, não se constitui justificativa plausível para reconhecer mais de uma espécie (MORI e PRANCE, 1990).

2.1.1 Importância socioeconômica

A castanha é um dos produtos não madeireiros mais importantes da economia florestal da Amazônia. Trata-se da única semente comercializada internacionalmente, cuja coleta é feita com exclusividade em áreas florestais naturais (CLAY, 1997).

Segundo IBGE (2010), a castanha é o segundo produto florestal não madeireiro em termos comerciais na região Norte do Brasil, perdendo somente

para o fruto de açaí (*Euterpe oleracea*). Desde a década de 1990, a Bolívia é o principal produtor mundial de castanha (BOJANIC, 2001), sendo atualmente o primeiro produto florestal exportado em importância econômica desse país.

A Castanha do Brasil pode ser considerada como espécie chave para aliar a conservação ao desenvolvimento florestal. Essa observação, de acordo com Zuidema e Boot (2002) está fundamentada nas seguintes razões: a) ampla distribuição na região Amazônica; b) colhida quase que exclusivamente em florestas naturais; c) ser explorada por diversas comunidades no curto prazo e a baixo custo; d) sólida demanda de mercado; e) coleta ser de baixo impacto ambiental.

A amêndoa possui sabor e aroma agradáveis, com variada aplicação. Contém uma grande variedade de nutrientes como proteínas, fibras, selênio, magnésio e fósforo, sendo também considerada fonte de agimina, importante agente antioxidante, que atua na proteção contra doenças coronarianas e o câncer. A gordura das amêndoas é do tipo insaturada, de baixo colesterol. A castanha é considerada como uma grande fonte natural de selênio, sendo que apenas uma única amêndoa excede a dose diária recomendada pelo National Research Council, dos Estados Unidos. O selênio é considerado um mineral essencial para o corpo humano com propriedades antioxidantes e anticancerígenas, especialmente na prevenção ao câncer de próstata (MAPA, 2002).

2.1.2 Descrição botânica

Forma: atinge alturas de 30 a 60 m, com diâmetros na base do tronco superiores a 4 m. O tronco é retilíneo, cilíndrico e desprovido de ramos, com DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) de 100 a 180 cm (EMBRAPA, 2004).

Ramificação: Os galhos são encurvados nas extremidades, compostos de folhas esparsas, alternadas, verde – escura na parte superior e pálida na inferior (EMBRAPA, 2004).

Flores: Desenvolve-se em panículas retas, verticais, racemosas nas extremidades dos ramos. O ovário é recoberto e o estilete estende-se

normalmente além das anteras. Apresenta seis pétalas brancas, grandes, côncavas e decíduas (EMBRAPA, 2004).

Fruto: do tipo pixídio arredondado que pesa entre 200 g a 1,5 kg; contém de 12 a 25 sementes, que pesam de 4 a 10 g cada uma (EMBRAPA, 2004).

Semente: apresenta formato triangular-anguloso, transversalmente rugoso e estritamente comprimido. O comprimento varia entre 4 e 7 cm e a casca é bastante dura e rugosa (EMBRAPA, 2004).

A descrição morfológica da espécie está apresentada nas Figuras 1 até 4.



FIGURA 1 – ASPECTO GERAL DA *Bertholletia excelsa*
FONTE: BARBEIRO (2012)
Ilustrações de Luana Ferreira



FIGURA 2 – RAMO E INFLORESCÊNCIA DA *Bertholletia excelsa*
FONTE: BARBEIRO (2012)
Ilustrações de Luana Ferreira

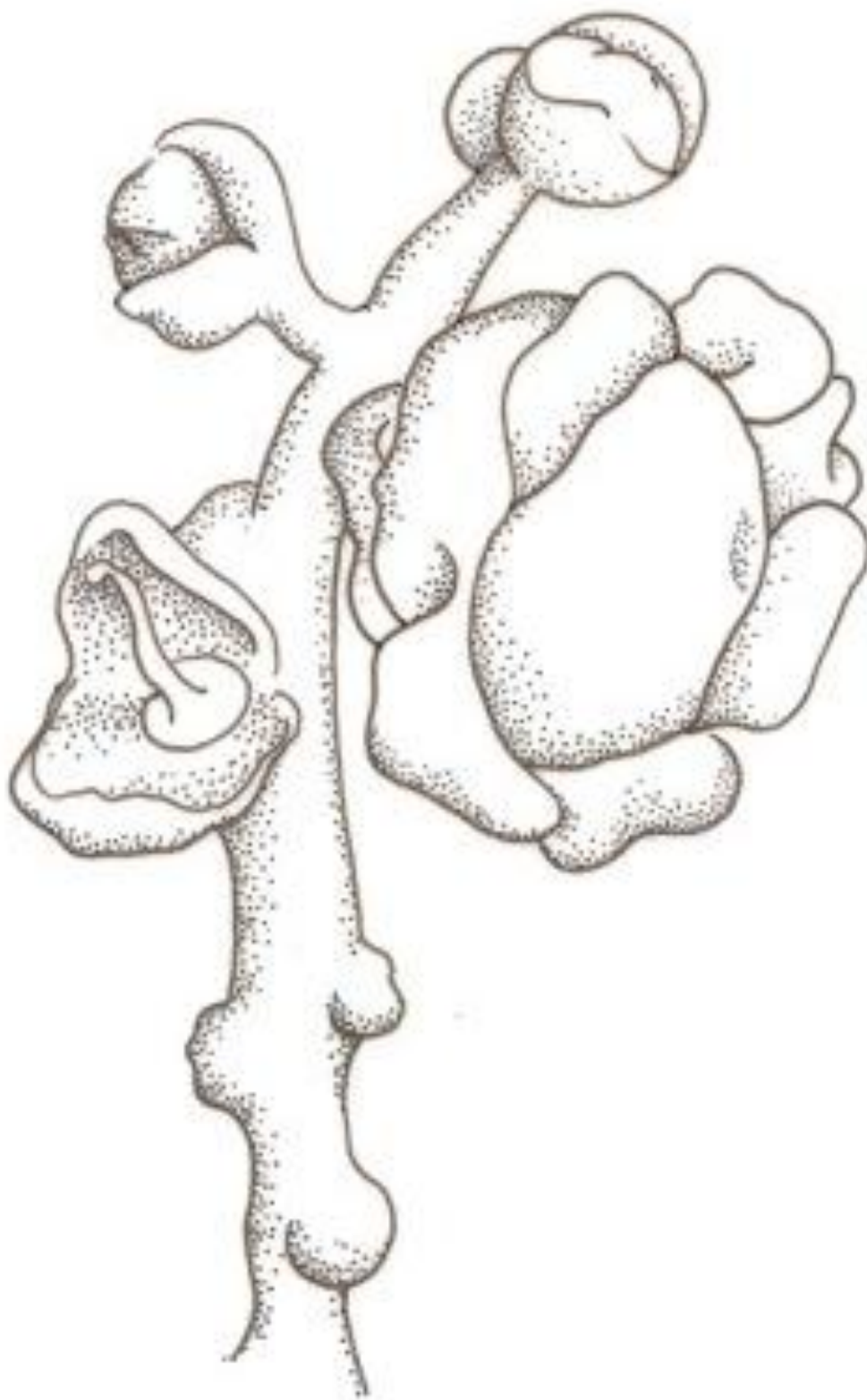


FIGURA 10 - FLORAÇÃO DA *Bertholletia excelsa*
FONTE: BARBEIRO (2012)
Ilustrações de Luana Ferreira



FIGURA 4– OURIÇOS E CASTANHAS DA *Bertholletia excelsa*
FONTE: BARBEIRO (2012)
Ilustrações de Luana Ferreira

2.1.3 Distribuição Geográfica

Ocorre em toda a região amazônica, incluindo os estados de Rondônia, Acre, Amazonas, Pará e norte dos Estados de Goiás e Mato Grosso. Habita matas de terra firme, quase sempre em locais de difícil acesso, com dispersão natural abrangendo desde o Alto Orinoco (5 de latitude norte) até o Alto Beni (14 de latitude sul), onde se encontram Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas. No entanto, as formações mais compactas ocorrem no Brasil (LORENZI, 2000).

2.1.4 Ecologia

Trata-se de uma planta semidecídua, heliófila, característica da mata alta de terra firme, sendo planta social, pois ocorre em determinados locais com grande frequência (LORENZI, 2000). A Castanheira do Brasil desenvolve-se bem em regiões de clima quente e úmido, sendo que as maiores concentrações da espécie ocorrem em regiões onde predominam os tipos climáticos tropicais chuvosos com a ocorrência de períodos de estiagem definidos (MULLER, 1995). Na Amazônia Brasileira, as áreas produtoras de Castanha do Brasil encontram-se sobre os climas Ami e Awi.

Apresentam temperaturas médias anuais que variam entre 24,3° e 27,2° C, com valores máximos de 30,6° e 32,6° C e mínimos de 19,2° e 23,4°C. As médias anuais de precipitação variam entre 1.400 e 2.800 mm, com a ocorrência de totais mensais inferiores a 60 mm e umidade relativa entre 79% e 86% (DINIZ e BASTOS, 1974). As populações de castanheira-do-Brasil estão situadas em solos argilosos ou argilo-arenosos de textura média a pesada (MULLER, 1995). Trata-se de uma espécie que se estabelece melhor em locais mais secos, sendo característica de mata de terra firme não inundável (ARAUJO, 2001).

No leste da Amazônia ocorre em oxissolos e ultissolos, pobres em nutrientes, porém bem estruturados e drenados, não sendo encontrada em solos excessivamente compactados (CLAY, 2000). A família Lecythidaceae é predominantemente neotropical, em que a maioria das espécies tende a florescer durante a estação seca (MORI E PRANCE, 1990).

Bertholletia excelsa é uma espécie emergente de grande porte. Seu caráter longevo e dominante não é incompatível com seu comportamento heliófito durante as primeiras etapas da vida (Salomão, 1991), dependendo de clareiras para o crescimento vertical das plântulas germinadas (MORI e PRANCE, 1990).

Nas suas etapas iniciais de vida se comporta como espécie pioneira, mas diferentemente dessas, *Bertholletia excelsa* permanece nos estados avançados da sucessão florestal como árvore emergente do dossel, sendo considerada uma árvore pioneira de longa vida (ZUIDEMA, 2003). Este grupo ecológico precisa condições intensas de luz para alcançar o tamanho de adultos, mas é capaz de persistir por longos períodos sob o dossel maduro, em contraposição à maioria não resistem às condições de sombreamento. A castanheira é uma árvore com altas taxas de sobrevivência, exceto nas etapas iniciais da vida, quando é predada pelas cutias (*Dasyprocta* spp.) e outros mamíferos terrestres (ZUIDEMA, 2003).

Vários estudos experimentais mostram como a castanheira cresce bem em plantios abertos com alta exposição de luz (TONINI, 2008), mas o seu desempenho baixa muito quando as condições são de alto sombreamento (KAINER *et al*, 2008). Estudos experimentais de curta duração e em condições diversas de intensidade luz sugerem que as plântulas de *Bertholletia excelsa* têm crescimentos melhores quando as condições luminosas são intermédias, entre 25-50% de abertura de dossel, entretanto os aumentos de biomassa são proporcionais à disponibilidade de luz (ZUIDEMA *et al*, 1999).

2.1.5 Florescência, Frutificação e Dispersão

O início da floração varia de acordo com a região. Na parte oeste do Brasil (Acre) as árvores florescem antes que na parte leste (Pará). Do início do desenvolvimento dos frutos até à maturação decorrem aproximadamente 15 meses, ou seja, durante a floração e o desenvolvimento dos frutos novos, a Castanha do Brasil conserva os frutos velhos e quase maduros (MORITZ, 1984), sendo comum encontrar frutos de diferentes estágios de desenvolvimento em uma mesma planta durante todo o ano (MAUÉS, 2002).

Baseando-se na contagem de seis árvores adultas, com DAPs entre 72-134 cm, Zuidema (2003) relata a ocorrência média de 100.000 flores por árvore com uma variação entre 28.000 a 161.000. A proporção de flores que produz frutos é muito pequena, sendo que somente 0,28% do número total de flores transformam-se em frutos. O período de florescimento ocorre de agosto a novembro, durante os meses secos do ano, e a frutificação de outubro a dezembro. No leste da Amazônia, a floração inicia-se no fim da estação chuvosa (setembro) e estende-se até fevereiro com uma maior intensidade em outubro – dezembro.

Os frutos começam a cair no início da estação chuvosa, ou seja, de janeiro a abril no leste da Amazônia (CLAY *et al*, 2000). Trata-se de uma planta alógama com síndrome de polinização melitófila. A estrutura da flor forma uma câmara composta de estaminódios congruentes que criam uma estrutura robusta, a qual esconde os estames e o estigma, restringindo e selecionando os polinizadores em relação ao seu vigor e tamanho (MAUÉS, 2002). Portanto, a estrutura morfológica da flor da castanheira seleciona a entrada dos polinizadores. A castanheira depende da atividade dos polinizadores para assegurar a produção de frutos. As sementes são disseminadas por roedores como a cutia. Algumas sementes são consumidas imediatamente, outras são armazenadas para posterior consumo ou abandonadas em outras áreas, onde germinam (MAUÉS, 2002).

As características ecológicas da castanheira, assim como sua distribuição ampla e irregular na região amazônica, sugere, para vários autores, a participação das populações históricas ameríndias na sua dispersão e

regeneração (TUPIASSU e OLIVEIRA, 1967), favorecendo a ampliação da área de distribuição da castanheira.

Estas sugestões são baseadas também nas dificuldades dos mecanismos de dispersão natural (promovida pelas cutias principalmente) em atravessar os grandes cursos de água que separam as áreas florestais. Nesse raciocínio, os castanhais 'nativos' deveriam ser considerados, de fato, exemplos de florestas antropogênicas (BALÉE, 1990).

Certamente há uma estreita relação histórica entre a castanheira e as populações humanas na floresta amazônica. Ainda que, em princípio, a intensa remoção de castanhas durante as atividades de coleta e a pressão de caça sobre as cutias (considerado o principal dispersor/predador natural de sementes de castanha) são fatores antrópicos potencialmente prejudiciais para a regeneração da espécie. Há evidências empíricas que mostram efeitos contrários. Em primeiro lugar, os coletores de castanha (castanheiros) são dispersores involuntários de sementes durante suas atividades extrativistas, quando cortam o ouriço e quando transportam, lavam ou armazenam as castanhas (SCOLES, 2010).

Além disso, nas florestas mais frequentadas, o aumento de pequenas perturbações inerentes às atividades humanas pode favorecer o estabelecimento e crescimento de plântulas e juvenis devido ao incremento da entrada de luz nas clareiras ou trilhas. Em relação à caça, o seu papel regulador das populações naturais das cutias poderia favorecer o enterro e armazenamento de sementes de castanha, devido ao saciamento mais rápido dos animais em ambientes de menor concorrência intraespecífica (ORTIZ, 2002; ZUIDEMA, 2003).

Segundo Peres e Baider (1997), as sementes são dispersas até 25 metros da árvore adulta e são enterradas individualmente a uma profundidade de 1 a 3 cm. Viana *et al*, (1998), citando a experiência de "para-florestais" e seringueiros, indicaram diversos predadores e dispersores de sementes e plântulas de castanheira do Brasil, contradizendo as afirmações de que as cutias são os únicos animais capazes de abrir os frutos da Castanha do Brasil. As sementes seriam também dispersas pelo quati, o macaco prego, o quatipuru, o porquinho e pequenos roedores, sendo que, com exceção do macaco prego, todos os outros são ativos predadores de plântulas.

O fruto cai durante o período de chuvas, e com o decorrer do tempo a água e os microorganismos destroem a casca e as sementes podem germinar em um período entre 12 há 18 meses (MORI e PRANCE, 1990). Ao relatar a experiência dos coletores, Pereira (1994) afirma que é necessário um tempo superior a um ano para a semente germinar dentro do ouriço sob o chão da floresta. Das várias sementes contidas no interior do ouriço, apenas algumas (no máximo 3) conseguem germinar, sendo que as demais apodrecem servindo de alimento à fauna.

2.1.6 Polinização

Muitas espécies de plantas protegem suas recompensas florais em estruturas complexas que influenciam a tomada de decisão de um organismo em visitar ou não suas flores (GOULSON, 1999). Conseguir manipular estruturas florais complexas pode prover aos visitantes a oportunidade de obter recursos florais que outros indivíduos estão incapazes de acessar. Um exemplo desse tipo de planta é a castanheira do Brasil, *Bertholletia excelsa*, cujas flores são protegidas por uma estrutura denominada lígula, que dificulta a entrada de determinados visitantes (MORI et al., 1978).

De acordo com Maués (2002), as flores da castanheira são polinizadas por abelhas grandes, robustas e de língua comprida da família Apidae, pertencentes aos gêneros *Bombus* (Bombini), *Centris* e *Epicharis* (Centridini), *Eulaema* (Euglossini) e *Xylocopa* (Xylocopini). Esses polinizadores necessitam abaixar a lígula para ter acesso ao néctar e pólen oferecidos pelas flores da castanheira (MORITZ, 1984). A floração da castanheira ocorre de outubro a fevereiro (CYMERYYS *et al.*, 2005) e as visitas das abelhas ocorrem das 05:30h às 11:00h.

Após este período, o androceu e as pétalas caem e novas flores se abrem na manhã seguinte (MAUÉS, 2002). Embora as flores da castanheira dificultem o acesso direto aos seus recursos por espécies de abelhas não polinizadoras, elas não impedem completamente que outras espécies de abelhas obtenham indiretamente suas recompensas florais. Em áreas de

cultivo de *B. excelsa* na região de Belém, PA – Amazônia Oriental há relatos de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) expulsando os polinizadores dessa planta por agirem como oportunistas ou pilhadoras de pólen nas flores da castanheira (MORI e PRANCE, 1990).

2.1.7 Regeneração

O extrativismo da Castanha do Brasil sempre foi visto como um exemplo de exploração sustentável das florestas amazônicas. Essa visão foi profundamente abalada com a publicação do resultado dos estudos de Peres (2003), mostrando que não está havendo regeneração dos castanhais, ou seja, existe um processo de envelhecimento e o recrutamento de plantas novas não acompanha a velocidade desse envelhecimento, o que poderá significar, em longo prazo, um colapso, devido à sobre coleta. A preocupação levantada por Peres (2003) tem sido contestada por alguns estudos como o de Serrano (2006), mostrando que no estado do Acre, nos castanhais pesquisados, ainda há um bom nível de regeneração, e, de maneira geral, no sistema de coleta nesse Estado, cerca de 25% a 30% dos frutos não são coletados.

Segundo estudo de dinâmica populacional na Bolívia, a probabilidade de sobrevivência das plântulas da castanheira é relativamente alta, inclusive para os tamanhos menores (altura < 35 cm), com pelo menos 50% de sobreviventes por ano. A partir de 70 cm de altura, as plântulas passam a ter um índice de sobrevivência próximo a 100% (ZUIDENA e BOOT, 2002).

2.1.8 Estrutura Populacional

A estrutura populacional de *Bertolhetia excelsa* caracteriza-se por formar aglomerações (castanhais) entre 75-150 árvores de DAP > 10 cm (PERES e BAIDER, 1997), com densidades altas para os padrões das florestas tropicais úmidas (5-20 indivíduos/ha), alternando-se com áreas florestais onde a concentração é muito baixa, de até uma árvore a cada seis hectares (MORI e PRANCE, 1990). Esta disposição espacial em manchas é contestada por Wadt (2005) num estudo demográfico na Reserva Extrativista de Chico Mendes (Acre), mostrando um padrão de distribuição da castanheira mais tendente a uma formação aleatória que aglomerada ou uniforme.

Dos estudos demográficos da espécie realizados até hoje, destaca-se uma tendência à baixa proporção de indivíduos com DAP > 10 cm não reprodutores (SALOMÃO, 1991) e o domínio das classes intermédias de diâmetro na distribuição das populações de *Bertolhetia excelsa* (PERES *et al*, 2003). As altas densidades de castanheiras em forma de manchas espaciais e a dominância de determinadas classes de diâmetro na estrutura demográfica da espécie tem gerado diversas discussões em relação a suas origens. Para alguns autores, as clareiras abertas na floresta, ocasionadas por queda de árvores ou outras causas, seriam as promotoras da formação de reboladas de *Bertolhetia excelsa* nos locais onde ela ocorre (MORI e PRANCE, 1990; SALOMÃO, 1991).

Entretanto, de acordo com Peres e Baider (1997), a distribuição altamente concentrada da castanheira pode ser elucidada por um padrão de dispersão de curta distância promovida por cutias, sendo raros os casos de dispersão à longa distância.

2.1.9 Biometria da Castanha do Brasil

De acordo com Kainer *et al*, (2006), é difícil estimar a produção de uma castanheira, porque o número de ouriços varia muito entre anos e entre árvores. De uma maneira geral, o tamanho da árvore está relacionado com a sua produção. Entretanto, isso não é regra, pois existem árvores grandes que não produzem nenhum ouriço. A autora cita que a produção de frutos por árvore pode variar de 0 até 2.000 unidades.

Um estudo no sudeste da Amazônia verificou a produção de 103 a 270 ouriços por árvore, contendo em média 17 castanhas por ouriço. Outro estudo em três locais da Amazônia Oriental conferiu uma produção variando de 63 a 216 ouriços por árvore. Ainda, uma pesquisa em 140 árvores com diâmetro maior que 50 centímetros, averiguou que 25% das árvores atingiram 75% das castanhas produzidas por essas árvores (KAINER *et al*, 2006).

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 e Prance (1990), reporta consideráveis variações de tamanhos de sementes da castanheira 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 é fecundado, 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.

Como se observa, a produtividade das castanhas é bastante variável, sendo diretamente afetada pelos fatores genéticos da espécie, assim como fatores do sítio, como climáticos e pedológicos.

2.1.10 Produção de Castanhais

Estudos de Viana et al. (1998), Zuidema e Boot (2002), Wadt et al. (2005) e Kainer et al. (2006) observaram que a produção de frutos de árvores de castanha do Brasil é muito variável, e os principais fatores que determinam essa variabilidade são: tamanho da árvore (principalmente o diâmetro do tronco – DAP); atributos da copa, como posição sociológica e infestação por cipós; variações temporais inerentes à própria planta; fatores climáticos, como a precipitação; nutrição (níveis

de fósforo), além de fatores genéticos e interações com polinizadores, predadores e dispersores.

Segundo Homma *et al.* (2000), a produtividade das castanheiras varia de 0,16 a 0,55 hectolitros/ha de castanha com casca e a densidade varia entre 33 a 107 castanheiras adultas por lote de 50 ha. Em média, a produção semanal de amêndoas por árvore é de 1 hectolitro. Um hectolitro corresponde a 50 kg de castanha natural sem casca por árvore.

Segundo Viana *et al.* (1998), a produção da castanheira do Brasil por árvore é altamente variável, de 1,5 a 105 kg, o que sugere a necessidade de estudos visando identificar os fatores determinantes na produção de castanha, que estariam relacionados ao tamanho da plântula, posição da copa da árvore, fatores genéticos, fertilidade, estrutura e drenagem do solo e interações com polinizadores e predadores .

Em florestas naturais no norte da Bolívia, estima-se que as árvores tenham mais de 50% de chance de tornarem-se reprodutivas quando alcançam um dap de 40 cm. Árvores dessas dimensões tem a sua idade estimada entre 100 e 110 anos (PEÑA- CLAROS *et al.*, 2002).

Estimativas de idade feitas por Zuidema e Boot (2002) na Amazônia Peruana revelaram que a idade da primeira produção, que ocorre em árvores com diâmetros superiores a 60 cm de DAP, é superior a 120 anos. Para as árvores das maiores classes de tamanho (superiores a 160 cm de DAP) a idade estimada foi superior a 300 anos. Esse estudo sugere que o período reprodutivo da castanheira é longo, frequentemente superior a 150 anos. A produção de castanha, considerando um lote de 50 ha de floresta e uma média de produtividade de 0,46 hl/árvore varia de 15 a 49 hectolitros (HOMMA *et al.*, 2000).

Segundo Simões (2003), em uma boa safra os extrativistas produzem 10 hl/mês, sendo que a renda média com essa atividade gira em torno de R\$ 125,00 mensais. Um plantio em monocultura, com 100 árvores por hectare, pode produzir o equivalente a 10 toneladas/ha/ano de castanha (CLAY *et al.*, 2000).

A coleta de 20 hectolitros necessita de 41 dias/homens, sendo que um coletor treinado pode juntar diariamente 700 a 800 ouriços com uma produção de até 2 hectolitros de castanha com casca (HOMMA *et al.*, 2000). Segundo Simões (2003) na região de Manicoré (AM), a extração da castanha representou um ganho de até três vezes o valor adquirido com outros produtos agrícolas como a banana e a

farinha. Com apenas a coleta no período da safra o coletor de castanha conseguia R\$ 120,00/mês, realizando práticas tradicionais de manejo.

2.2 COMUNIDADES QUILOMBOLAS E RIBEIRINHAS DE ORIXIMINÁ-PA

Segundo Embrapa (2000), a origem do nome Oriximiná tem duas vertentes, uma derivada de “Errezu-m´ná”, que significa na língua indígena “muitas praias” ou “mina de praias” e a outra diz que o nome deriva de um outro termo indígena “Oriximiná” que significa “macho da abelha” ou “zangão”. O município foi instalado em 1934 e pertence à microrregião de Óbidos na mesorregião do baixo Amazonas. O extrativismo mineral da bauxita metalúrgica e o extrativismo vegetal, representado pela Castanha do Brasil são as principais atividades econômicas do município.

2.2.1 História e Ocupação das Comunidades Quilombolas e Ribeirinhas de Oriximiná – PA

Segundo Funes (2000), a história das comunidades negras remanescentes de quilombos, no Rio Trombetas, é marcada por conflitos, resistências de cativos que romperam com a sua condição social ao fugirem dos cacoais, das fazendas de criar, das propriedades dos senhores de Óbidos, Santarém, Alenquer e mesmo de Belém e outros centros urbanos.

A notável organização e articulação do movimento dos remanescentes quilombolas encontrou respaldo nas prerrogativas constitucionais crivadas na Constituição de 1988 que lhes garante a titularidade das terras historicamente ocupadas (FUNES, 2000).

O sistema social dos antigos ocupantes das margens do rio Trombetas e dos seus herdeiros está assentado sobre significados reais e imaginários que propõem explicações sobre a existência do grupo nesse território, produto de representações, apreensão da natureza e que perfazem, de forma original, a oralidade de sua

história. O século passado marca para essas comunidades um processo expropriatório por parte da sociedade dominante, o que estimula o desenvolvimento de um modo de cooperação e de práticas associativas substanciais para a permanência e unidade dos grupos que conformariam um modo de produção doméstico ou familiar na região, essencial para a permanência desses desde o início do século passado em diversos grupos do Trombetas (FUNES, 2000).

A intervenção contínua da sociedade branca em seus territórios tem demandado um processo de desestruturação da organização social e produtiva baseada em práticas milenares. Entretanto, os negros demonstram níveis de permanência e capacidade de reprodução sobre as bases de sua identidade étnica e de reconquista territorial, materializadas em pressões no sentido de obterem a demarcação de suas terras. Mais de dois séculos de ocupação estão atravessados por uma necessidade comum de conquista de territórios que permita a esses grupos estar salvaguardados de ameaças e construir formas de organização social permanentes (FUNES, 2000).

Na primeira fase de ocupação que os conduziu ao sistema de cachoeiras dos afluentes formadores do rio Trombetas, acionaram mecanismos de mobilização e realizaram longos deslocamentos. Nesses lugares, abriram pequenas roças, pescavam, caçavam e fabricavam objetos de artesanato de maneira a prover-se de alimentos, vestuário e de transporte, como também para definir tratamentos de saúde e elaborar diversos significados míticos da floresta, cursos d'água e corredeiras.

O descenso das cachoeiras na segunda metade do século passado progrediu até criar os sítios atuais. Constituiu uma estratégia de superação dos limites impostos pelas dificuldades físicas de deslocamentos através desses cursos de água e da baixa capacidade de sustentação do habitat. Novamente no território banhado pelas águas mansas, eles refazem os sistemas de cultivo, aprendem meios de aproveitamento de lagos e do grande fluxo dos rios Erepecuru e Trombetas (ACEVEDO e CASTRO, 1998).

A exploração da floresta para extrair madeiras, frutos e sementes intensificou-se com a procura desses produtos por comerciantes, ao mesmo tempo em que esses camponeses abriam roças e ensaiavam cultivos permanentes, heranças para as novas gerações. Nos discursos de antigos e novos ocupantes do Trombetas refletem-se as práticas e a especial faculdade inventiva que os tornam

experientes no manejo e uso da biodiversidade existente neste ecossistema. Práticas que se constituem em dotes e saberes, até hoje escassamente sistematizados.

2.2.2 Reserva Biológica do Rio Trombetas

A Reserva Biológica do Rio Trombetas é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada pelo Decreto Federal 84.018, de 21 de setembro de 1979, com uma área estimada de 385 mil ha, localizada no Município de Oriximiná, Estado do Pará, na margem esquerda do rio Trombetas. Como Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais (BRASIL, 2000).

2.2.3 Uso do solo nas Comunidades ao Longo do Rio Trombetas

Segundo MRN (2009), a maioria dos estabelecimentos rurais das comunidades que margeiam o Rio Trombetas, possuem menos de 1 ha, evidenciando que as relações com a terra baseiam-se na agricultura voltada para a subsistência, sem utilização de insumos externos e comumente alcançando baixa produtividade. Por sua vez, trata-se de uma agricultura com baixo impacto ambiental.

O uso dessas áreas também se faz por meio de utilização de área coletiva, no qual famílias compartilham de uma mesma área visando a obtenção de produtos. Esse tipo de organização social é peculiar ao sistema coletivista, caracterizado pelo usufruto dos bens da comunidade aos membros componentes. Desse perfil cultural se depreende o respeito que os remanescentes quilombolas mantêm em relação à natureza que os circunda e que os provê. Diante desse contexto, a agricultura e

fruticultura aparecem como as principais atividades econômicas do meio rural, seguida de horta e extrativismo florestal (MRN, 2009).

Além da agricultura, do cultivo da mandioca e demais produtos da região, a criação de animais também é desenvolvida no Alto Trombetas, onde 95% das famílias têm criação de aves, seguido dos bovinos, com 33,34% do total e de suínos, com 14% do efetivo (MRN,2009)

O extrativismo florestal também se presta à manutenção, o que se revela na coleta de frutos e outros gêneros alimentícios, medicinais e destinados a outros usos que são obtidos pela exuberante realidade que os cerca (MRN, 2009).

2.2.4 Extrativismo Florestal nas Comunidades ao Longo do Rio Trombetas

As formações florestais ocupam mais de 90% dos territórios quilombolas em Oriximiná. Segundo o zoneamento agroecológico realizado pela Embrapa Amazônia Oriental, na cobertura vegetal das terras de quilombo tem destaque a floresta densa dos platôs. Considerando que é nessa classe de floresta que se concentram as ocorrências espontâneas de castanheiras, percebe-se a vocação das terras de quilombo para o extrativismo (EMBRAPA, 2000).

A coleta da castanha do Brasil faz parte da tradição dos quilombolas de Oriximiná, no noroeste do Pará. A lida com a castanha remonta ao século XIX, quando os escravos fugitivos das fazendas de Óbidos, Santarém e Alenquer constituíram seus quilombos nas matas do Rio Trombetas e seus afluentes. Ao fugir, os negros tiveram que aprender a extrair da floresta sua sobrevivência. Passaram a caçar, pescar e coletar produtos vegetais na mata (EMBRAPA, 2000).

Mesmo no período da clandestinidade, a coleta da Castanha do Brasil visava não apenas ao consumo, mas também à comercialização no mercado regional. Os quilombolas vendiam gêneros agrícolas e extrativistas nas cidades de Óbidos e Oriximiná ou para os regatões, tendo seus produtos alcançado certa importância nesses mercados. Este sistema produtivo com grande ênfase no extrativismo vem sendo perpetuado de geração em geração. Constitui a herança dos cerca de 6.000 quilombolas que ainda hoje vivem nos territórios conquistados por seus antepassados (EMBRAPA, 2000).

Segundo MRN (2009), o extrativismo vegetal é praticado por região, onde 89% das famílias afirmaram que coletam castanha, seguido da bacaba, açaí, patauá e copaíba. O extrativismo da castanha na região de Oriximiná é apontado como uma das principais atividades econômicas da região.

A presença de atravessadores é muito comum na cadeia produtiva da castanha, mesmo entre comunitários, onde os próprios moradores se encarregam de escoar o produto, oferecendo normalmente preços bem abaixo do mercado. O comércio de pequenos animais, da bacaba, do açaí e da castanha representa uma fonte importante de renda para as famílias da região, no entanto, como os preços praticados pelos atravessadores são baixos e a maioria das famílias não tem como escoar os produtos, a renda não representa um fator de melhoria significativa de vida, mas, apenas, a complementação dos ganhos das famílias da região (EMBRAPA, 2000)

Há famílias que se queixam por não haver estímulo devido à falta de apoio para a produção, o transporte dos produtos e mercado aquecido com bons preços, que, como consequência, acabam facilitando as atividades dos atravessadores na região, quase sempre sem nenhuma preocupação com a melhoria de condição de vida das famílias (EMBRAPA, 2000).

Com o passar do tempo muitas famílias acabam perdendo o estímulo de produção e sentem dificuldade em manter suas atividades agrícolas, devido à falta de mão de obra adequada para as necessidades dos moradores. Isto ocorre devido o êxodo dos mais jovens para outras localidades, deixando os mais velhos na região. Desta maneira, algumas famílias acabam abandonando as propriedades deslocando-se para centros urbanos junto dos filhos, onde muitas vezes acabam vivendo em situação ainda pior. Outros vivem da ajuda de vizinhos e há aqueles que acabam mudando de atividade, voltando-se para a pecuária ou para serviços em propriedades de terceiros (MMA, 2000).

Na região de Oriximiná, assim como em outras regiões produtoras da Amazônia, a produção dos castanhais varia em função de fatores naturais, enquanto que a intensidade de colheita varia em função do preço de mercado. Dessa forma, o mercado de castanha é um tanto instável quando analisada a produção e colheita entre diferentes anos. Em anos com muita castanha e pouca demanda ou baixo preço, sobra castanha no chão da floresta (EMBRAPA, 2000).

Os instrumentos de trabalho do coletor são o cesto (paneiro), mantido junto às costas, o facão e, raramente, o capacete. O trabalho nos castanhais durante o período de queda dos frutos é perigoso, pois existe a possibilidade de um ouriço vir a cair sobre a cabeça ou ombros do coletor, sendo que alguns casos de sequelas e mesmo mortes são relatadas entre os castanheiros (IBAMA, 2004).

Na Reserva Biológica do Rio Trombetas, cerca de uma quarta parte das florestas de terra firme apresentam castanhais ou florestas, onde a castanheira é uma das espécies dominantes na vegetação (IBAMA, 2004).

Na área mais acessível, ao sul da Rebio, ficam vários castanhais e comunidades localizados principalmente às margens do Lago Erepecu, bem como em alguns de seus braços como o Lago Arrozal e Lago Araçá. Nessa área do Erepecu, vários castanhais como Vila Velha, Vila Veneza, Veado, Saia Velha, Água Verde, Igarapé Candieiro, Igarapé Preto, Igarapé das Pedras, Rio Novo, Juarí e Mungubal formam de fato extensas áreas quase que contínuas.

Quando caem os ouriços de castanha, durante a estação chuvosa, a Reserva Biológica é fortemente influenciada pela entrada dos coletores tradicionais, respaldada pelo parágrafo único do artigo 28 e o parágrafo 2º do artigo 42 da lei 9985 (SNUC).

Desde 2003 vêm sendo cadastrados e autorizados a coletar a castanha, os moradores do interior e entorno, sendo considerados coletores tradicionais aqueles que exerciam a atividade desde antes da criação da unidade, em 21 de setembro de 1979, e os seus descendentes. Até o final da temporada de 2008 haviam 1.136 pessoas cadastradas, das quais 647 tinham autorização para coletar castanhas na Rebio. Os demais 489 cadastrados ou foram considerados não tradicionais, ou mudaram-se das comunidades do interior ou entorno da unidade, ou foram autuados por infrações ambientais cometidas e, por isso, não foram autorizados (ICMbio, 2008).

Das 647 pessoas autorizadas, 209 tiveram suas atividades de coleta registradas, sendo 138 no Posto Erepecu, e 71 registraram sua entrada pela associação ou comunidade onde não há posto de fiscalização da Rebio (ICMbio, 2008). A devolução das papeletas de controle, que é uma obrigação dos castanheiros estabelecida no acordo, foi de 194 papeletas devolvidas e 16 não devolvidas e o restante não foi identificadas (ICMbio, 2008).

A ocorrência de grandes castanhais na Rebio, que para grande parte das comunidades tradicionais afetadas pela implantação da unidade representa o principal recurso financeiro, motiva o acordo que vem sendo firmado com as associações das comunidades tradicionais. Disso resultam vários impactos sobre a Rebio, pois além do extrativismo ocorre a pesca, a caça, a coleta de material de construção, a confecção de utensílios, a abertura de pequenos roçados e trilhas, o ingresso de plantas e animais exóticos, entre outros. Nesse período de uma ou outra forma toda a estrutura da Rebio é envolvida pelo tema, desde a gestão, proteção, desenvolvimento comunitário, educação ambiental e a pesquisa (ICMbio, 2008).

A pesquisa aproveita o controle do acesso para a obtenção de dados que poderão nortear as tomadas de decisão nas safras subsequentes, até que seja definida a situação das populações tradicionais. Entre os dados que se pretende obter está o mapeamento das áreas de acordo com a pressão de coleta, a avaliação da produtividade dos castanhais, a fenologia da frutificação e os efeitos colaterais, como a quantidade de organismos pescados, caçados e coletados. Os dados sobre a castanha são obtidos pela papeleta de controle e os demais são obtidos pelas vistorias realizadas na área (ICMbio, 2008).

2.3 MANEJO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIRÁVEIS

Segundo a Lei nº 11.284 de 2006, o manejo florestal sustentável consiste na administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal (BORGES, 2009).

Deste modo, o manejo florestal sustentável consiste no uso de um recurso, seja ele madeireiro ou não, baseado na dinâmica de crescimento e ecologia da espécie explorada, levando em conta seu ecossistema. O manejo objetiva explorar apenas a quantidade de produto que não comprometa a regeneração e a manutenção da espécie em seu ambiente, mantendo os estoques necessários às gerações futuras.

Pelas premissas e objetivos do manejo florestal, a principal exigência para sua realização é qualificar e, principalmente, quantificar o recurso oferecido pela floresta.

A Figura 5 apresenta a sequência de atividades que devem nortear o gerenciamento dos produtos oriundos da floresta.

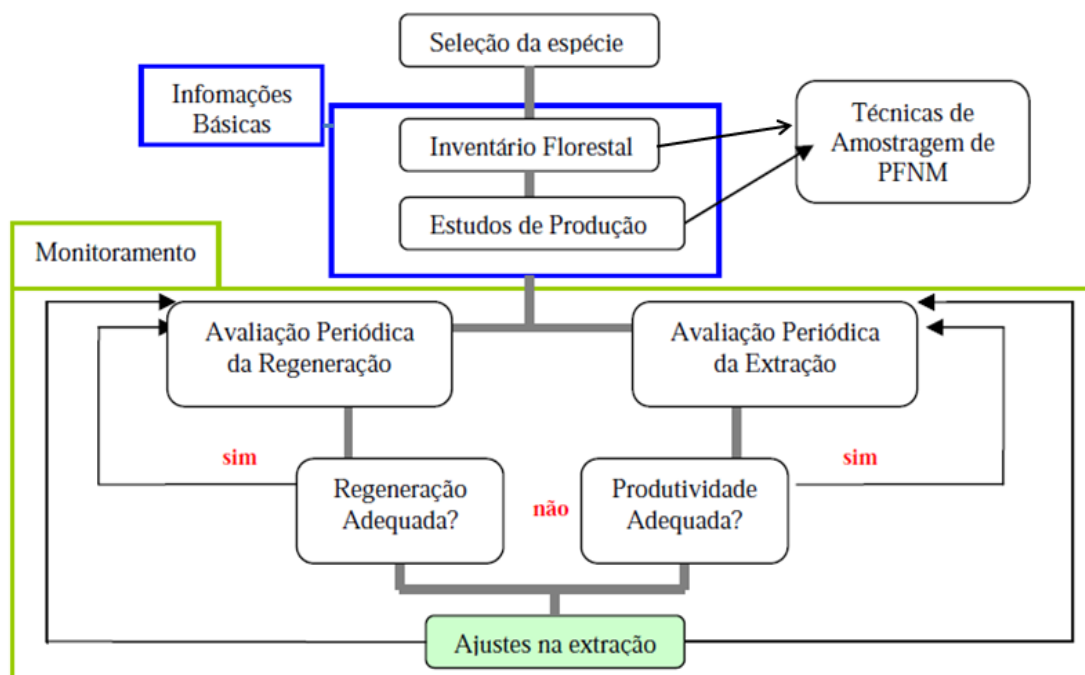


FIGURA 5 – ATIVIDADES INERENTES NO MANEJO DE PFNM.
 FONTE: Peters (1994) citado por Borges (2009).

A Figura 5 indica que o planejamento amostral, é a base para responder perguntas fundamentais sobre a regeneração e a produção das espécies. Em virtude disso, questões referentes à teoria da amostragem e, conseqüentemente, ao inventário florestal são requisitos fundamentais no manejo de produtos florestais não madeiráveis.

O inventário florestal pode ser definido como uma atividade que visa obter informações qualitativas e quantitativas dos recursos florestais existentes em uma área pré-especificada (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997). Desse modo, o inventário florestal fornece informações essenciais sobre a posição da espécie na floresta através da quantificação da densidade e da distribuição em classes diamétricas, além de outras variáveis. Uma das informações geradas é o número total de indivíduos exploráveis por hectare, indispensável para avaliar a produção da área.

A quantificação da produção de uma espécie é uma etapa fundamental que vem sendo negligenciada nos estudos dos PFNM. Peters (1994) relata que o

objetivo básico desses estudos é obter uma estimativa confiável da quantidade total de recursos (PFNM) produzidos por uma espécie em diversos habitats e fisionomias. Segundo esse mesmo autor, um estudo de produção deve ser conduzido em três etapas:

a) Dada a dificuldade, tanto financeira quanto de tempo, para mensurar a produção de todos os indivíduos da população, recomenda-se realizar procedimentos de amostragem. É preciso que a amostra seja representativa, incluindo plantas de todas as classes de diâmetro, pois existe uma tendência de árvores maiores produzirem e contribuírem mais com a produção;

b) Medir a produtividade de cada indivíduo amostrado, em que a metodologia varia de acordo com o tipo de PFNM;

c) Correlacionar o tamanho da planta ou variáveis dendrométricas, como DAP, com a produção, a fim de obter equações de estimativa da produção.

Uma das informações relevantes para os estudos de produção, segundo Peters (1994), é a variação na produção de frutos de ano para ano, comportamento comum nas plantas tropicais.

Dentre os fatores que influenciam na variabilidade da produção estão: características genéticas, temperatura, precipitação, incidência solar, nutrientes do solo, polinização e competição (LAMIEN et al., 2007; LEITE et al., 2006; PETERS, 1994).

É interessante ressaltar ainda que a frutificação e, conseqüentemente, a produção, são dependentes também da polinização das flores por animais para a maioria das espécies tropicais (PETERS, 1994). Desse modo, a regeneração da espécie está relacionada também ao sucesso na polinização. Além disso, as plantas dependem dos animais para dispersar seus propágulos. De acordo com Peters (1994), a distribuição e abundância das plântulas de uma espécie são frequentemente controladas pela ação dos agentes dispersores.

Portanto, o sucesso na produção de frutos e sementes é influenciado pelos seguintes fatores: quantidade de flores disponíveis, número de flores / inflorescência, quantidade de pólen, taxa de produção de néctar e distribuição espacial das plantas (PETERS, 1994). A quarta etapa para implantar a sustentabilidade da extração é a avaliação periódica da regeneração (PETERS, 1994). Essa etapa consiste em quantificar as plântulas e as mudas (indivíduos

novos) de forma a monitorar como essa densidade varia em resposta aos diferentes níveis de extração.

A avaliação e o ajuste da extração configuram um procedimento de monitoramento da população explorada a fim de detectar com maior rapidez as possíveis mudanças no ecossistema e nas plantas. A principal ferramenta, através da qual a sustentabilidade é medida, é a avaliação da regeneração. Caso a densidade da regeneração diminua, há um indicativo de que a extração está ultrapassando a resiliência da espécie. Peters (1994) sugere a tomada de medidas mitigadoras desse processo de redução da regeneração, como, por exemplo, reduzir o número de indivíduos explorados ou limitar a área de extração.

Uma série de aspectos ecológicos referentes aos ambientes tropicais dificulta alcançar a sustentabilidade na extração de PFM. Para Peters (1994), as principais dificuldades são:

- a) a alta diversidade e a baixa densidade populacional das espécies de plantas;
- b) a irregularidade na floração e na frutificação;
- c) a importância dos animais para a polinização e a dispersão de sementes;
- d) a alta mortalidade e o baixo estabelecimento de plântulas;
- e) a sensibilidade da estrutura da população às mudanças no nível natural de regeneração.

Deste modo, a sustentabilidade da extração de produtos florestais não madeireiros requer estudos de longo prazo, inclusive comparando áreas sob pressão de atividades de coleta e áreas preservadas (PETERS, 2004).

2.4 TEORIA DA AMOSTRAGEM

2.4.1 História e Desenvolvimento

A estatística é uma ciência que se preocupa com a organização, descrição, análise e interpretação dos dados experimentais. Sua importância não é um fim em si próprio, mas constitui um instrumento fornecedor de informações que subsidiarão a tomada de decisão baseadas em fatos e dados (COSTA NETO, 2002).

Segundo Graybill (1961) o estudo do espaço amostral é um caminho para obtenção de conhecimento. A teoria da amostra trata das relações existentes entre uma determinada população e as unidades amostrais dela extraídas. Este estudo é de grande valor em muitos casos, porque é útil para estimar grandezas desconhecidas de uma dada população, como média, variância, desvio padrão, entre outras.

Cronologicamente, os levantamentos por amostragem tiveram origem, de certo modo, desde os primórdios da Estatística, mas na verdade só se desenvolveram após as contribuições provenientes da teoria da estatística clássica, que se desenvolveu principalmente na fase de experimentação. Diante desse contexto, os trabalhos desenvolvidos por Ronald Aylmer Fisher, são considerados de extrema grandeza para o desenvolvimento científico da amostragem.

Desta forma, pode se aferir que o desenvolvimento da teoria da amostragem teve sua origem na remota antiguidade, quando os governos coletavam informações sobre riquezas em suas populações, visando fins militares e tributários. O registro de informações perde-se no tempo. Confúcio relatou levantamentos feitos na China, há mais de 2000 anos antes da era cristã.

Quem primeiro advogou o uso da amostragem em levantamentos foi Kiaer, com seu método de representatividade, na reunião do Instituto Internacional de Estatística em 1895, em Berna, Suíça.

Os levantamentos por amostragem tiveram posteriormente desenvolvimento em diversos países, principalmente nos Estados Unidos, nas atividades exercidas pelo Bureau of the Census, órgão de longa história, com trabalho pioneiro no desenvolvimento, construção e aplicação do equipamento de processamento de

dados em cartões perfurados, conhecidos como cartões Hollerith, nome de seu inventor Herman Hollerith (1860 –1929).

Embora muitas ideias usadas na teoria dos levantamentos por amostragem sejam oriundas dos trabalhos de Fisher, como casualização e controle local (estratificação), ele pessoalmente não escreveu qualquer livro sobre técnicas de amostragem, especialmente nas aplicações em levantamentos. Entretanto, enquanto estava em Rothamsted, Fisher estudou o uso da amostragem em parcelas experimentais, com consequências no desenvolvimento e melhoramento das estimativas de produção agrícola e das áreas cultivadas. O termo variância foi introduzido por Ronald Fisher num ensaio de 1918 intitulado de *The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance*.

No Brasil, os levantamentos por amostragem foram bastante difundidos pelo professor William G. Madow cujo artigo intitulado “por que usamos amostras” publicado em 1946, mostrou aos estatísticos brasileiros novas ideias das escolas americanas e inglesas. Por essa época, a teoria da amostragem foi profundamente desenvolvida, mediante artigos científicos em revistas especializadas, como por exemplo, citam-se os artigos: Cochran, W. G., - “*Sampling Theory when the Sampling Units Are of Unequal Size*”, publicado no *Journal of the American Statistical Association* em 1942.

Um ano mais tarde, Hansen, M. H e W. N. Hurwitz publicaram o artigo “*On the Theory of Sampling from Finite Populations*” na *Annals of Mathematical Statistical Association*. Neyman, J., também é considerado referência no assunto. Sua publicação intitulada “*On Two Different Aspects of the Representative Method: the Method of Stratified Sampling and the Method of Purposive Selection*” publicada em 1934 no *Journal of the Royal Statistical Society* é considerado texto básico para a estratificação na teoria da amostragem.

Os primeiros trabalhos surgidos reportam principalmente questões censitárias em países da América Central. Questões demográficas, assim como aspectos sociais e econômicos serviram como campo de atuação por mais de décadas nos levantamentos por amostragem. Os primeiros trabalhos nas ciências agrárias surgiram da necessidade de inventariar a produção de grãos.

As ciências agrárias ganharam atenção especial mediante trabalhos realizados por Sukhatme. Suas pesquisas na Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, em Roma, onde, como diretor da divisão de

Estatística, propiciou a difusão dos métodos e a teoria da amostragem e erros nos levantamentos, incorporando a experiência dessa instituição nos países em desenvolvimento na promoção dos censos agropecuários mundiais. Na segunda edição de seu livro *Sampling Theory of Surveys with Applications* (Sukhatme e Sukhatme, 1970) é possível verificar importantes aplicações nos campos agrônomo e florestal.

Já em 1938, nos Estados Unidos, o Departamento de Agricultura e o Laboratório de Estatística da Universidade Estadual de Iowa estabeleceram um programa cooperativo de pesquisa sobre amostragem, dirigido por Arnold J. King e Raymond J. Jessen, que estimulou consideravelmente o desenvolvimento de levantamentos agrícolas. De posse disso, os trabalhos desenvolvidos por King e Jessen possuem significado bastante importante na aplicação de levantamentos por amostragem.

2.4.2 Sistema de Amostragem

Uma das premissas básicas no planejamento do espaço amostral é a escolha de um sistema de inventário florestal. Um sistema de amostragem foi primeiramente definido por Péllico e Brena (1997) como sendo o conjunto de métodos e processos de amostragem aplicado a um caso específico. Péllico Netto e Brena (1997) mencionam que o método de amostragem significa a abordagem da população referente a uma única unidade de amostra, ou seja, a parcela, ou no caso desse trabalho, a castanheira. Por sua vez, o processo de amostragem refere-se à abordagem da população sobre o conjunto de unidades de amostrais.

Segundo Madow (1949), no processo de amostragem em multiestágios, a população é dividida em unidades primárias de amostragem. Cada uma dessas constitui-se de unidades amostrais menores, chamadas unidades secundárias. Essas unidades secundárias podem ainda ser formadas de unidades terciárias e assim por diante. Se os elementos que pertencem a uma unidade escolhida para a amostra produzirem resultados semelhantes, não é econômico medir toda a unidade. Uma prática comum é selecionar e medir uma amostra dos elementos de uma unidade qualquer que seja escolhida.

O processo de amostragem em dois ou mais estágios é incluído entre os processos aleatórios restritos, uma vez que o segundo estágio de amostragem fica

restrito ao primeiro. As unidades primárias são, geralmente, predefinidas em tamanho e forma, assim como as subunidades ou unidades secundárias, que são alocadas dentro das unidades primárias (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

Segundo Husch *et al*, (1982), na amostragem multiestágio as unidades primárias são selecionadas, aleatoriamente, sistematicamente ou com probabilidade proporcional a uma medida de grandeza; em seguida, também de forma aleatória, ou sistemática, selecionam-se as unidades secundárias, localizadas dentro das unidades primárias selecionadas na etapa anterior; depois, em cada unidade secundária selecionada, procede-se à seleção aleatória ou sistemática de uma subamostra de unidades terciárias, continuando o procedimento até o estágio desejado. Em geral, esse processo é denominado multiestágio ou multietápico, sendo em dois estágios ou bietápico sua aplicação mais comum em trabalhos de inventários florestais.

A principal vantagem do processo de amostragem em dois ou mais estágios consiste em permitir que se concentre o trabalho de mensuração das unidades amostrais eleitas nas segunda ou terceira etapas dentro das unidades primárias selecionadas na primeira etapa, o que reduz o tempo e o custo de caminhamento para locação das parcelas, especialmente nos casos de florestas extensas ou de difícil acesso pelas condições topográficas ou pelas características de sub-bosque (HUSCH *et al.*, 1982).

Outra vantagem importante, segundo Péllico Netto e Brena (1997), é a redução dos erros não amostrais devido à supervisão e controle mais efetivos dos trabalhos de campo, facilitados pela concentração das unidades amostrais em compartimentos menores.

De acordo com Cochran (1953), a principal vantagem do processo de amostragem em dois ou mais estágios, em relação ao processo em estágio único, diz respeito à sua maior flexibilidade e ao fato de redução de custos por aproximar as sub-unidades que no processo de estágio único estariam dispersas na população.

Na área florestal, a amostragem em multiestágio foi utilizada por Langley (1979), que introduziu o conceito de utilização de dados de satélite na primeira etapa de um quadro de amostragem multiestágio para inventariar volume de madeira.

Jessen (1955) desenvolveu uma técnica de amostragem probabilística em multiestágio para estimar a produção de frutos de Conde em árvores individuais,

conhecida por amostragem aleatória de ramos. Essa técnica é baseada na seleção de ramos de uma árvore, de modo aleatório, através da designação de probabilidades de seleção a cada um dos ramos. Desse modo, a árvore é tratada como a população e o parâmetro-alvo a ser mensurado é a quantidade total dos atributos quantificados nos ramos amostrados segundo a Figura 6.

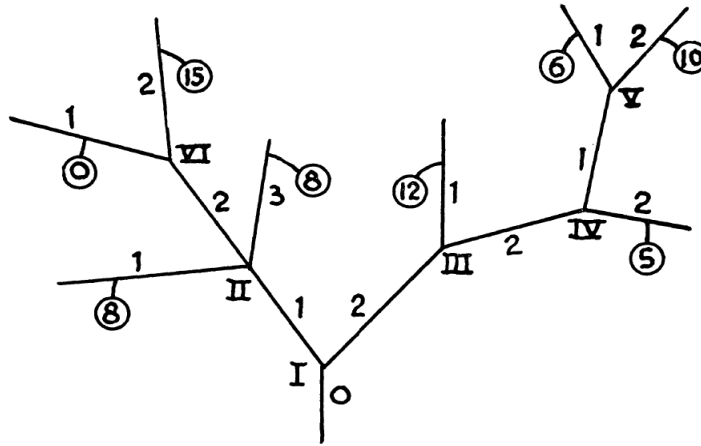


FIGURA 6. – AMOSTRAGEM ALEATÓRIA DE RAMOS
 FONTE: Jessen (1955).

Neste sistema, a contagem de frutos está confinada à posição que este se encontra nos ramos. Nesse sentido, dois planos de amostragem, um com probabilidade de amostragem igual para todos os ramos em pontos de ramificação e um com probabilidade de amostragem proporcional à cruz - área seccional em pontos de ramificação, são discutidos e comparados.

2.4.3 Teoria de Amostragem Aplicada na Quantificação de PFNM

Segundo Wong (2000), há vários estudos sobre a quantificação de PFNM, mas a informação é dispersa e de difícil acesso. Apesar do número de estudos identificados, Wong (2000) concluiu que existem poucos métodos disponíveis para uma quantificação objetiva dos PFNM. Além disso, a autora afirma que são raros os livros com procedimentos biometricamente confiáveis para formular protocolos de inventário de PFNM. Essa lacuna de informação quantitativa e confiável configura-se em dificuldade para avaliação do potencial produtivo e econômico dos PFNM do Cerrado e de outros ecossistemas nativos.

Na tentativa de implantar o manejo sustentável dos PFNM, uma das condições fundamentais para subsidiar o planejamento do manejo é a quantificação dos recursos florestais com baixo custo e boa precisão em curto período de tempo (WONG, 2000; BIH, 2006).

Contudo, as formas de quantificar esse potencial produtivo a partir de técnicas de amostragem confiáveis, que levem em consideração a precisão, o nível de confiança e a representatividade da amostragem, são praticamente inexistentes.

Os métodos de inventário florestal desenvolvidos para a madeira têm sido considerados ineficientes para quantificar os PFNM e raros são os estudos com técnicas de amostragem para PFNM (WONG, 2000). Isso se deve às suas características especiais e variáveis, além da concentração dos estudos sobre PFNM nos aspectos socioeconômicos e não biométricos (WONG, 2000; BIH, 2006).

Inventário quantitativo de PFNM é a enumeração da abundância e distribuição dos recursos populacionais, de forma que seja representativa e confiável (WONG, 2000). Em virtude do crescente interesse em relação aos PFNM, segundo Wong (2000), é preciso desenvolver desenhos amostrais específicos e adequados ao seu manejo e monitoramento. Rigor biométrico implica que alguns princípios precisam constituir a base do inventário (BIH, 2006), sendo eles: objetividade do desenho amostral, número de parcelas usadas e independência entre as observações (WONG, 2000).

Os métodos de amostragem dependem das características do PFNM, como distribuição da espécie, tamanho e ciclo de vida (WONG, 2000). Sheil (1998), citado por Wong (2000), afirma que diferentes desenhos amostrais (planejamentos) são específicos para diferentes distribuições das espécies. Segundo Bih (2006), uma metodologia com rigor biométrico contribui para a utilização sustentável do recurso, para o planejamento de estratégias e prioridades de políticas públicas e para o direcionamento do uso em longo prazo. Na maioria dos casos de utilização de PFNM, a super exploração acontece devido às lacunas de dados confiáveis.

Segundo Wong (2000), o rigor biométrico é necessário para produzir dados confiáveis e de qualidade, cujos erros de estimativa possam ser calculados. A questão ética envolvida nas avaliações de PFNM foi alertada por Wong (2000), pois os dados gerados em bases subjetivas acabam prejudicando o ecossistema e as populações extrativistas e tradicionais que dependem desses recursos. O mesmo problema se aplica às empresas que tem como base os PFNM, já que a demanda

por informações de manejo da espécie é essencial. Além da responsabilidade social e ambiental, Godoy et al. (1993) apontam a necessidade de dados confiáveis e padronização de metodologias com a finalidade de proporcionar valoração dos recursos florestais.

Segundo Wong (2000), as características da população-alvo têm uma relação com as decisões e o desenho amostral em cada nível do inventário. A densidade e a distribuição espacial da espécie estão relacionadas ao desenho e ao tipo de amostragem. A forma de vida (árvores, ervas, fungos, etc) e o tamanho da população são considerados na decisão do tamanho e da forma da parcela e o produto extraído (fruto, resina,) determina o modo de avaliação da produção.

A avaliação quantitativa da produção é uma etapa consecutiva e dependente do inventário florestal. Com o inventário florestal, obtém-se a composição florística da área e, logo, a abundância e a densidade da espécie-alvo. A partir do número de indivíduos observados, quantifica-se a produção de frutos por unidade de área. Wong (2000) define a avaliação da produção como o ato de quantificar a produção que pode ser obtida de uma área de floresta.

Uma das principais dificuldades impostas à avaliação representativa dos PFNM em uma área é a dificuldade de quantificar a produção de todos os indivíduos. Dessa forma, torna-se imperativo usar métodos de amostragem que forneçam uma estimativa confiável da produtividade.

Entretanto, em razão da variedade de PFNM, incluindo animais, há pouca padronização nas metodologias para quantificação desses produtos (WONG, 2000). A mesma autora afirma que a escolha da técnica de mensuração é determinada pelo tipo de produto, pelas características da população, pela praticidade e pelos objetivos do estudo.

Apesar de existirem muitas técnicas qualitativas e semi-quantitativas para medir a produção de PFNM, há poucas técnicas de amostragem (WONG, 2000). Ainda nessa mesma linha de raciocínio, a autora indica o uso de sub-amostras para mensurar detalhadamente a produção em um menor número de indivíduos. Dessa forma, a dupla amostragem ou amostragem em dois estágios é a metodologia mais usada para avaliar a produção de PFNM (WONG, 2000). Silva *et al*, (2000) também afirmam que, geralmente, planejar uma amostragem de frutos envolve uma amostragem em múltiplos estágios.

A dupla amostragem é um tipo de amostragem em múltiplos estágios, que permite a estimativa da variável principal (número de frutos) nas unidades secundárias (as árvores), a partir das unidades primárias (as parcelas). A amostragem, de acordo com Wong (2000), precisa ser supervisionada para garantir que sejam amostrados indivíduos suficientes em classes de diâmetro raras (geralmente, as maiores), com o objetivo de permitir inferências estatísticas adequadas. Um exemplo é o fato das árvores com diâmetro maior tornarem-se raras na população, mas essas classes podem contribuir desproporcionalmente com a produção de frutos, tornando as análises incompletas e tendenciosas (WONG, 2000). A partir das estimativas de produção por classe diamétrica (ou por indivíduos) e dos dados do inventário principal, é possível estimar a produção por unidade de área com a densidade da espécie.

Segundo Winter (1988), a capacidade produtiva de uma árvore está relacionada linearmente à área superficial da copa e não ao seu volume.

O monitoramento da produção ao longo dos anos é necessário para gerar modelos de prognose confiáveis, que levem em conta a variabilidade na frutificação das espécies.

Lamien *et al* (2007) ressaltam que esses modelos já existem para espécies comerciais valiosas, como a maçã. Estes o modelos de predição da produção de frutos baseados em variáveis climáticas, dendrométricas ou fenológicas, são citados por Lamien *et al.* (2007): amostragem aleatória de ramos (JESSEN, 1955); contagem por ramos (TIBSHRAENY *et al*, 1997, citado por Lamien *et al.*, 2007) e o modelo de previsão para maçã, conhecido como “*Bavendorf*” (WINTER, 1988).

Em geral, a quantificação dos frutos de uma árvore, quando se trata de estudos relacionados aos PFNM, especialmente de espécies nativas, é feito de modo subjetivo sem obedecer aos princípios estatísticos. Segundo Wong (2000), os modelos mais desenvolvidos para predição da produção são encontrados no campo da Engenharia Agrônômica, cuja precisão é essencial para o planejamento da colheita. Como exemplos, podem ser citados os estudos sobre modelos de produção (WINTER, 1988) e amostragem da quantidade e tamanho de frutos de maçã (SILVA *et al.*, 2000) e laranja (TRIBONI e BARBOSA, 2004 e PRADO *et al*, 2007, citado em BORGES, 2009). Essas técnicas têm potencial para auxiliar na formulação de metodologias específicas para a avaliação biométrica estatisticamente rigorosa dos PFNM.

A contagem dos frutos maduros no chão sob a árvore foi à metodologia usada por Lamien *et al*, (2007) para calcular o número de frutos de karité (*Vitellaria paradoxa*) em Burkina Faso, África. Os autores também avaliaram a frutificação em diferentes partes da copa, sendo verificado que a produção de frutos na porção nordeste da copa foi menor que nas porções sudoeste e sudeste, bem como na parte basal. Para os autores, a menor produção em uma das faces da copa é atribuída aos fortes ventos que afastam os polinizadores e, também, ao sombreamento quando se trata da parte basal da copa.

Para frutíferas cultivadas, modelos de predição são testados para avaliar a produção e planejar a colheita e a comercialização. Triboni e Barbosa (2004) ajustaram modelos de regressão linear para o número total de frutos da árvore em função do número de frutos no ramo, obtendo-se coeficientes de determinação variando de 0,79 a 0,94. Em cada árvore, foi tomado ao acaso um ramo terminal de tamanho fixo (5 cm de diâmetro).

No caso dos PFNM, os objetivos do desenvolvimento de métodos de amostragem para avaliar a produção são: reduzir o tempo de coleta de dados, reduzir os custos de amostragem e reduzir o esforço amostral, além de gerar estimativas confiáveis e representativas. Nesse caso, é preciso conhecer a variância e o erro associado à estimativa, o que está relacionado à técnica de coleta de dados. Para atingir esse objetivo, os princípios estatísticos da amostragem têm de ser respeitados (WONG, 2000).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Na Figura 7 é apresentada, em linhas gerais, a representação esquemática dos procedimentos metodológicos que nortearam o presente estudo.

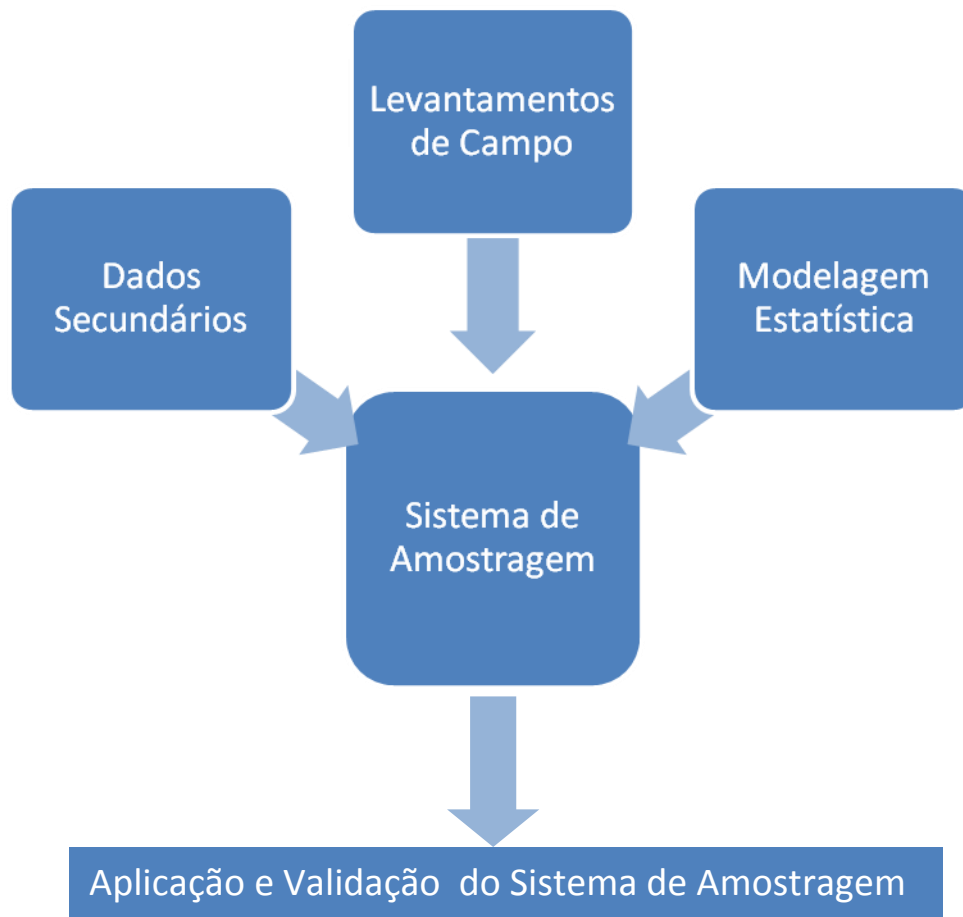


FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.

3.1 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Bertholletia excelsa possui estruturalmente três componentes morfológicos associados aos estimadores da produção, a saber: número de ouriços, número de castanhas por ouriço e biomassa de castanhas. Do ponto de vista estatístico, fica caracterizado nessa estrutura, fundamentalmente, um sistema de amostragem em três estágios, com unidades primárias, secundárias e terciárias de tamanhos desiguais. Os efeitos decorrentes da caracterização das árvores como unidades

amostrais integrantes do sistema de amostragem serão elucidados no decorrer da metodologia.

Posto isso, a população de castanhas está associada a cada árvore produtiva na população florestal, portanto cada castanheira constituiu-se em uma unidade amostral.

Nestas circunstâncias, têm-se na população N castanheiras, das quais foi tomada uma amostra de n delas, de cujas árvores, selecionadas aleatoriamente, são avaliadas a produção de castanhas.

As castanheiras, desta maneira, se constituíram as unidades amostrais, ou seja, o primeiro estágio da amostragem.

As castanhas são produzidas em ouriços, de tal maneira que cada castanheira produz O_i ouriços por ano. Esse constituiu o segundo estágio da amostragem dentro do primeiro estágio, tal que o i -ésimo número de ouriços está associado a cada castanheira, ou seja, $i=1, 2, 3, \dots, N$. Do total dos ouriços por árvore será tomada uma amostra o_i .

O terceiro estágio da amostragem foi constituído pelas castanhas dentro dos ouriços, tal que cada um deles tem C_{ij} castanhas e, conseqüentemente, nesse terceiro estágio se tem sua localização na unidade do j -ésimo segundo estágio e na i -ésima unidade do primeiro estágio; $j=1, 2, 3, \dots, O_i, i=1, 2, 3, \dots, N$.

Como se pode observar, o número de ouriços varia em cada árvore e o número de castanhas varia em cada ouriço, o que se configura como uma sub-amostragem com desiguais tamanhos de unidades amostrais nos diferentes estágios da produção de castanhas.

A concepção dos três estágios no desenvolvimento desse trabalho é ilustrada na Figura 8.

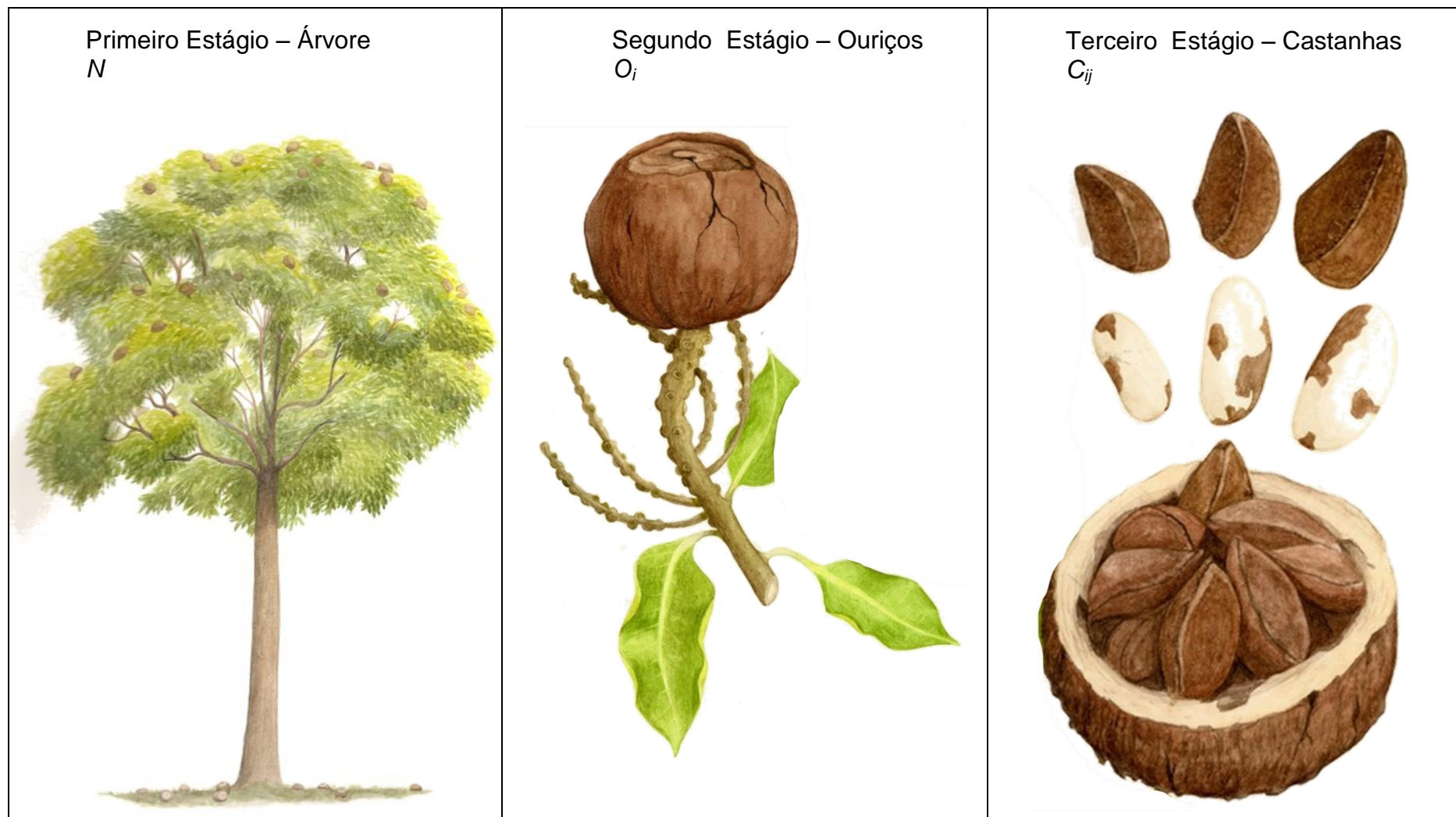


FIGURA 8 – ILUSTRAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DA CASTANHA DO BRASIL

Notação

N = Número total de unidades primárias do primeiro estágio na população, ou seja, o número de castanheiras;

O_i = Número total de ouriços no segundo estágio, ou seja, número de ouriços por castanheira, tal que $i = 1, 2, 3, \dots, N$;

C_{ij} = Número total de castanhas no terceiro estágio, ou seja, castanhas dentro dos ouriços, em cada castanheira da população, tal que $j = 1, 2, 3, \dots, O_i$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$.

X_{ijk} = Peso das castanhas individualmente, dentro dos ouriços e em cada castanheira da população, tal que $k = 1, 2, 3, \dots, C_{ij}$, $j = 1, 2, 3, \dots, O_i$ e $i = 1, 2, 3, \dots, N$.

3.2 PARÂMETROS DA POPULAÇÃO

As fórmulas matemáticas básicas que compuseram o sistema de amostragem são derivadas da amostragem em três estágios, conforme citado em PÉLLICO NETTO e BRENA (1997).

3.2.1 Médias

$$\bar{X}_{ij} = \frac{1}{C_{ij}} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}$$

Peso médio das castanhas por ouriço (01)

$$\bar{C}_i = \frac{1}{O_i} \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij}$$

Número médio de castanhas por ouriço em cada árvore (02)

$$K_i = O_i \bar{C}_i = \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij}$$

Número de castanhas por castanheira (03)

$$\bar{K} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{C_{ij}} K_i \quad \text{Número médio de castanhas por castanheira} \quad (04)$$

$$X = \sum_{i=1}^N K_i = N \bar{K} \quad \text{Número total de castanhas na floresta} \quad (05)$$

$$w_i = \frac{K_i}{\bar{K}} \quad \text{Proporção de castanhas por castanheira (Índice de variabilidade de castanhas por castanheira)} \quad (06)$$

$$U_{ijk} = \frac{C_{ij}}{C_i} X_{ijk} \quad \text{Peso das castanhas ponderado pelo índice de variabilidade de castanhas por ouriço} \quad (07)$$

$$\begin{aligned} \bar{U}_{ij\cdot} &= \frac{1}{C_{ij}} \sum_{k=1}^{C_{ij}} U_{ijk} \\ &= \frac{1}{C_{ij}} \sum_{k=1}^{C_{ij}} \frac{C_{ij}}{C_i} X_{ijk} \\ &= \frac{C_{ij}}{C_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} \frac{X_{ijk}}{C_{ij}} \end{aligned}$$

$$\bar{U}_{ij\cdot} = \frac{C_{ij}}{C_i} \bar{X}_{ij\cdot} \quad \text{Peso médio de castanhas por ouriço} \quad (08)$$

$$\begin{aligned} \bar{X}_{i\cdot\cdot} &= \frac{\sum_{j=1}^{O_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}}{\sum_{i=1}^{O_i} C_{ij}} \\ &= \frac{1}{O_i} \sum_{j=1}^{O_i} \frac{C_{ij} \bar{X}_{ij\cdot}}{C_i} \end{aligned}$$

$$\bar{X}_{i\cdot\cdot} = \frac{1}{O_i} \sum_{j=1}^{O_i} \bar{U}_{ij\cdot} \quad \text{Peso médio das castanhas por castanheira} \quad (09)$$

Considerando-se que:

$$\bar{\bar{U}}_i = \frac{1}{O_i} \sum_{j=1}^{O_i} \bar{U}_{ij\cdot} = \bar{X}_{i\cdot\cdot} \quad \text{Peso médio das castanhas por castanheira}$$

E ainda que:

$$\begin{aligned}\bar{X} = \bar{X}_{\dots} &= \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij} \bar{X}_{ij}}{\sum_{i=1}^N O_i \bar{C}_i} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^N O_i \bar{C}_i \bar{X}_{i..}}{N \bar{K}}\end{aligned}$$

$$\bar{X} = \bar{X}_{\dots} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{C_j} \frac{K_i \bar{X}_{i..}}{\bar{K}} \quad \text{Peso médio das castanhas na população} \quad (10)$$

Ou ainda:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij} \bar{X}_{ij}}{\sum_{i=1}^N O_i \bar{C}_i} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} \frac{\bar{C}_i}{\bar{K}} \bar{U}_{ij} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{O_i \bar{C}_i}{\bar{K}} \frac{1}{O_i} \sum_{j=1}^{O_i} \bar{U}_{ij} \\ &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{K_i}{\bar{K}} \bar{U}_i\end{aligned}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N w_i \bar{U}_i \quad \text{Peso médio das castanhas na população} \quad (11)$$

3.2.2 Variâncias

As variâncias paramétricas serão apresentadas para cada um dos estágios em que a população foi hierarquicamente subdividida, sendo:

$$S_{cx}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{X}_{i.} - \bar{X} \right)^2$$

Variância do peso médio das castanhas por castanheira (12)

$$S_{ix}^2 = \frac{1}{O_i-1} \sum_{j=1}^{O_i} \left(\frac{C_{ij}}{\bar{C}_{i.}} \bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{i.} \right)^2$$

Variância do peso médio das castanhas por ouriço (13)

$$S_{ijx}^2 = \frac{1}{C_{ij}-1} \sum_{k=1}^{C_{ij}} \left(X_{ijk} - \bar{X}_{ij.} \right)^2$$

Variância do peso das castanhas dentro dos ouriços (14)

3.3 ESTATÍSTICAS DA AMOSTRAGEM

3.3.1 Estimadores das médias

A amostragem foi efetuada em todos os estágios da população. Do total das castanheiras N foi tomada uma amostra n . Em cada castanheira foram amostrados o_i ouriços e em cada ouriço foram amostradas c_{ij} castanhas.

Portanto, os estimadores das médias foram obtidos como segue

$$\begin{aligned} \bar{u}_{ij} &= \frac{1}{c_{ij}} \sum_{k=1}^{c_{ij}} u_{ijk} \\ &= \frac{1}{c_{ij}} \sum_{k=1}^{c_{ij}} \frac{C_{ij}}{\bar{C}_{i.}} x_{ijk} \\ \bar{u}_{ij} &= \frac{C_{ij}}{\bar{C}_{i.}} \bar{x}_{ij} \quad \text{Peso médio das castanhas por ouriço na amostragem (15)} \end{aligned}$$

Ainda

$$\bar{\bar{u}}_i = \frac{1}{o_i} \sum_{j=1}^{o_i} \bar{u}_{ij}$$

$$\bar{\bar{u}}_i = \frac{1}{o_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{C_{ij}}{C_i} \bar{x}_{ij} \quad \text{Peso médio das castanhas por castanheira} \quad (16)$$

E ainda

$$\bar{\bar{u}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{\bar{K}} \bar{\bar{u}}_i$$

$$\bar{\bar{u}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \bar{\bar{u}}_i \quad \text{Peso médio das castanhas no total das } n \text{ castanheiras amostradas na população} \quad (17)$$

O estimador sem tendência do peso médio de castanhas no total das n castanheiras amostradas na população $\hat{\bar{X}}$ é obtido como segue

$$\hat{\bar{X}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \frac{1}{o_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{1}{c_{ij}} \sum_{k=1}^{c_{ij}} u_{ijk} = \bar{\bar{u}} \quad (18)$$

3.3.2 Estimadores das variâncias

Os estimadores sem tendência das variâncias são obtidos como segue

$$s_{cx}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i \bar{\bar{x}}_i - \bar{x})^2$$

$$s_{cx}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{\bar{x}}_i - \bar{x} \right)^2 \quad \text{Estimativa da variância do peso médio das castanhas entre castanheiras} \quad (19)$$

$$s_{ix}^2 = \frac{1}{o_i-1} \sum_{j=1}^{o_i} \left(\frac{C_{ij}}{C_i} \bar{x}_{ij} - \bar{\bar{x}}_i \right)^2 \quad \text{Estimativa da variância do peso médio das castanhas entre ouriços em cada castanheira} \quad (20)$$

$$s_{ijx}^2 = \frac{1}{c_{ij} - 1} \sum_{k=1}^{c_{ij}} (x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2 \quad \text{Estimativa da variância do peso das castanhas dentro dos ouriços} \quad (21)$$

Em que:

\bar{x}_{ij} É a estimativa média do peso das castanhas dentro de cada ouriço amostrado

$\bar{\bar{x}}_i$ É a estimativa do peso médio das castanhas de todos os ouriços amostrados por castanheira

\bar{x} É a estimativa do peso médio das castanhas de todas as castanheiras amostradas

3.3.3 Variância da média

A variância da média em função dos parâmetros da população foi obtida como segue:

$$V_{(\hat{X})} = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right) S_{cx}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i} \right) S_{ix}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{C_{ij}^2}{\bar{C}_i} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}} \right) S_{ijk}^2$$

A variância da média em função da amostragem em todos os estágios foi dada por:

$$v_{(\bar{x})} = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right) s_{cx}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i} \right) s_{ix}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{C_{ij}^2}{\bar{C}_i} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}} \right) s_{ijk}^2$$

O erro padrão da amostragem, ou precisão do levantamento da produção de castanhas em uma população pré-especificada é obtido como se segue:

$$s_{(\bar{x})} = \sqrt{\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N} \right) s_{cx}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i} \right) s_{ix}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{C_{ij}^2}{\bar{C}_i} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}} \right) s_{ijk}^2}$$

3.4 APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM

A coleta de informações e conseqüentemente a aplicação e validação do sistema de amostragem envolveram duas unidades de conservação, a saber: Floresta Nacional Saracá Taquerá (Flona) e Reserva Biológica do Rio Trombetas (Rebio), ambas localizadas na região de Oriximiná – PA. Dentro da Flona Saracá Taquerá, o sistema de amostragem foi aplicado em uma região denominada de Platô Almeidas. A localização geográfica da área de estudo é apresentada na Figura 9.

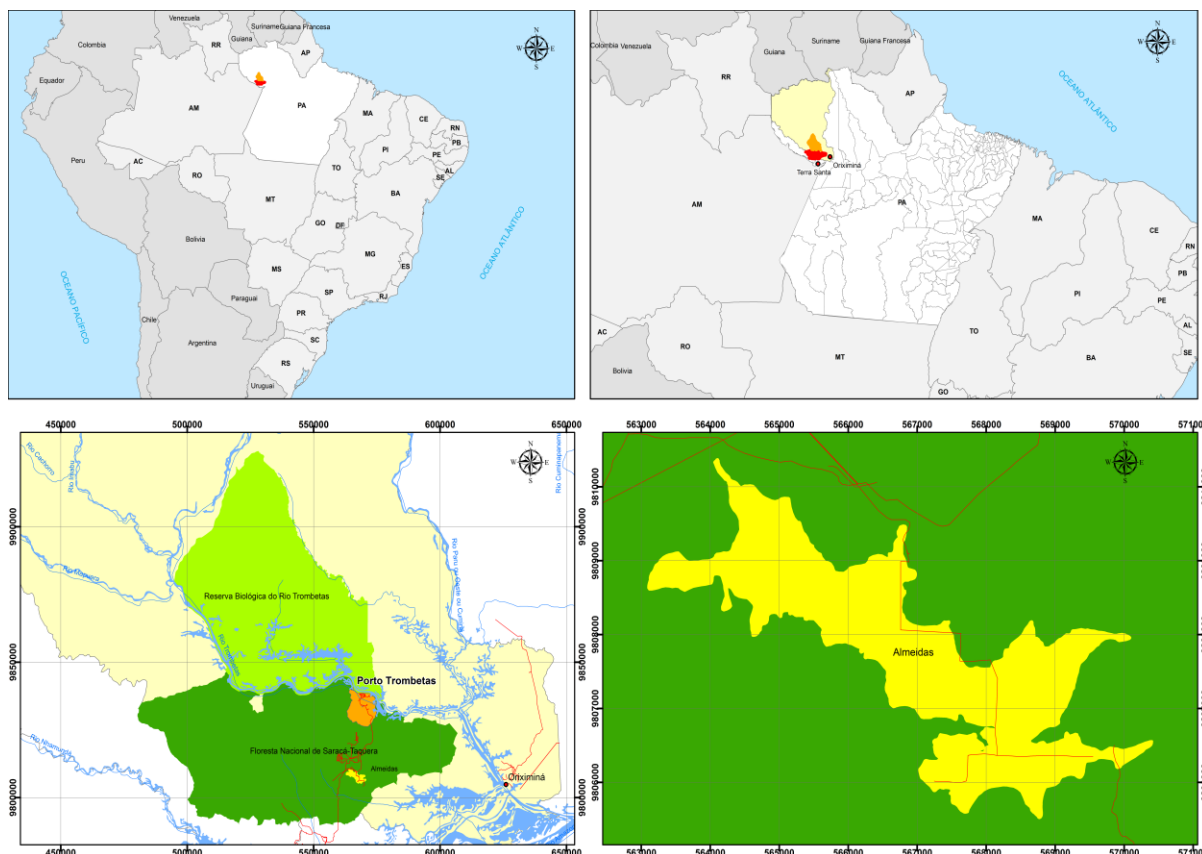


FIGURA 9 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

3.5 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área está localizada no domínio das terras baixas florestadas da Amazônia. Esse domínio é caracterizado como sendo marcadamente zonal, de posição equatorial e subequatorial. Apresenta planícies de inundação labirínticas e meândricas, tabuleiros de vertentes convexizadas, morros baixos mamelonares ou semi mamelonizados nas áreas da bacia sedimentar amazônica. Esse domínio possui uma grande variedade de fisionomias vegetacionais, desde florestas densas até campos, sendo as florestas caracterizadas por dois estratos distintos: um emergente e outro uniforme (AB'SABER, 1971). De acordo com MMA (2004), as florestas ombrófilas de terra firme – Ftf cobrem a maior parte da área da Reserva, com 86,22%, seguida de Florestas Inundáveis de Igapó (6,33%); florestas inundáveis de várzea (0,39%); formações campestres (0,19%); vegetação secundária (0,45%); e uma área considerável de hidrografia (6,43%).

3.6 DADOS SECUNDÁRIOS

Os dados utilizados nesta pesquisa foram compilados de trabalhos realizados pelo Projeto Kamukaia coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e Executado pela Embrapa Acre. Ainda, foram utilizadas informações oriundas do Banco de Germoplasma da Castanheira (ICMbio, 2007) e do Inventário Florestal da Castanheira (SALOMÃO, 2002). As informações contidas no Banco de Germoplasma e no Inventário da Castanheira são fruto de Condicionantes Ambientais atreladas às atividades de extração de bauxita na região de Oriximiná. O acesso a essas informações foram concedidas por meio de Licença de Pesquisa via SisBio (Sistema de Informações Biológicas – IBAMA). Essas licenças também permitiram acesso a Rebio, assim como acesso ao conhecimento tradicional dos castanheiros e a coleta de material botânico (ANEXOS I e II).

3.7 DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO

A população no qual esse trabalho foi aplicado situa-se numa área de 805 hectares, localizado dentro da Flona Saracá Taquerá. Tal área é denominada platô Almeidas. Dentro desse platô, foi realizado o inventário florestal da Castanheira, conduzido por Salomão (2002) como parte integrante de condicionantes ambientais. Neste inventário foram mensurados todos os diâmetros à altura do peito (DAP em centímetros) de 1.225 castanheiras, distribuídas em 859 hectares. A Figura 10 mostra a distribuição diamétrica da castanheira no referido platô.

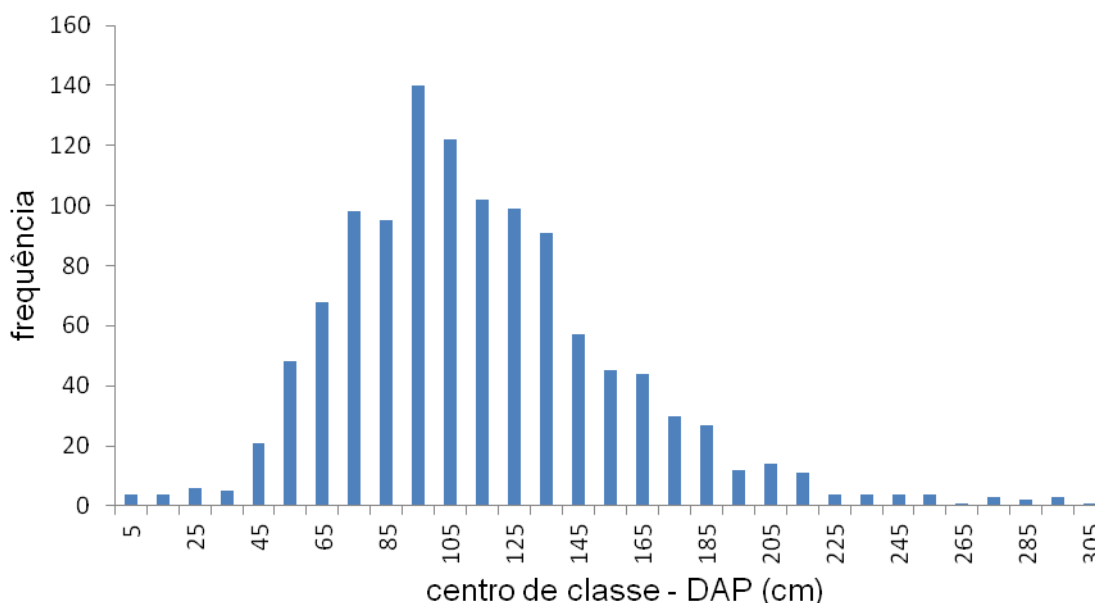


FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DA CASTANHEIRA NO PLATÔ ALMEIDAS

O diâmetro constituiu-se na única informação oriunda do platô Almeidas. As demais variáveis, como número de ouriços por árvore e peso das castanhas dentro dos ouriços, foram simulados conforme descritos a seguir.

3.8 NÚMERO DE OURIÇOS POR ÁRVORE

As castanheiras alvo do inventário realizado por Salomão (2002) foram suprimidas devido à exploração minerária existente dentro da Flona. Nesse sentido, para estimar o número de ouriços dessas árvores, foi necessário estabelecer relações dendrométricas, envolvendo a variável DAP.

Estas relações só puderam ser desenvolvidas mediante a consulta de informações referentes ao Projeto Kamukaia, coordenado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário e executado pela Embrapa Acre.

Posto isto, recorreu-se a métodos de simulação mediante a aplicação de modelos de densidade probabilística, ajustados com dados obtidos por Karin e Wadt (2008). Esse estudo foi conduzido pela Embrapa Acre e tem como um dos objetivos principais estudar a variação temporal na produção de ouriços por árvore na Floresta Estadual do Antimary. Dessa forma, a base de dados para o ajuste dessas funções foi obtida de estudos realizados na Floresta Estadual do Antimary no Estado do Acre. A Figura 11 mostra a distribuição do número de ouriços em função de classes de DAP.

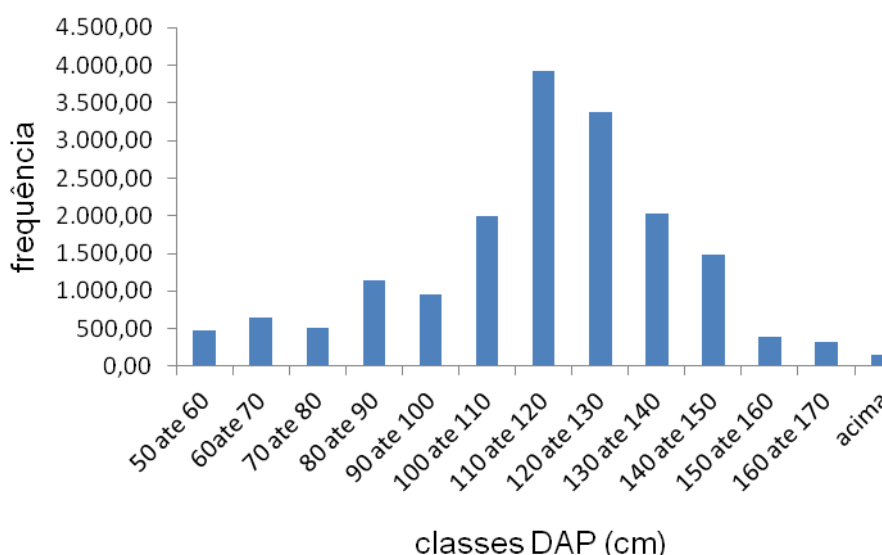


FIGURA 11 – DISTRIBUIÇÃO DE OURIÇOS EM FUNÇÃO DO DAP (cm)

É importante mencionar que, primeiramente, procurou-se ajustar um modelo de regressão, cuja variável dependente seria o DAP e a variável independente caracterizada pelo número de ouriços. Porém, a correlação entre tais variáveis foi muito baixa ($r = 0,26$) o que inviabilizou utilização de regressão linear. Dessa forma, a correlação do número de ouriços por árvore só foi possível quando distribuiu-se o número de ouriços por classe de DAP. Através dessa relação foi possível ajustar funções de densidade probabilística e aplicá-las aos dados do inventário florestal da castanheira do platô Almeidas.

É importante mencionar que a variabilidade ambiental encontrada na floresta do Antimary é diferente daquela encontrada na Flona Saraca Taquerá. Na ciência florestal, aceita-se como via de regra, que modelos só podem ser aplicados para a mesma área de estudo em condições semelhantes de sítio. No entanto, devido à particularidade desse trabalho, não foi possível estabelecer uma relação matemática desenvolvida com os dados da própria região de estudo.

Cita-se ainda que o presente trabalho não objetivou realizar um inventário florestal na área de estudo. Mais importante que isso, é ilustrar a aplicação do sistema de amostragem com dados reais de campo, mesmo que sejam oriundos de simulação probabilística.

Para simular os dados de ouriços do censo de castanheiras correlacionou-se a frequência estimada da distribuição de ouriços do Acre em função das classes de DAP com o número de indivíduos observados no censo de castanheira. Dividiu-se o número total de ouriços pela frequência esperada por classe diamétrica. A Figura 12 mostra o procedimento adotado para simular o número de ouriço por árvore.

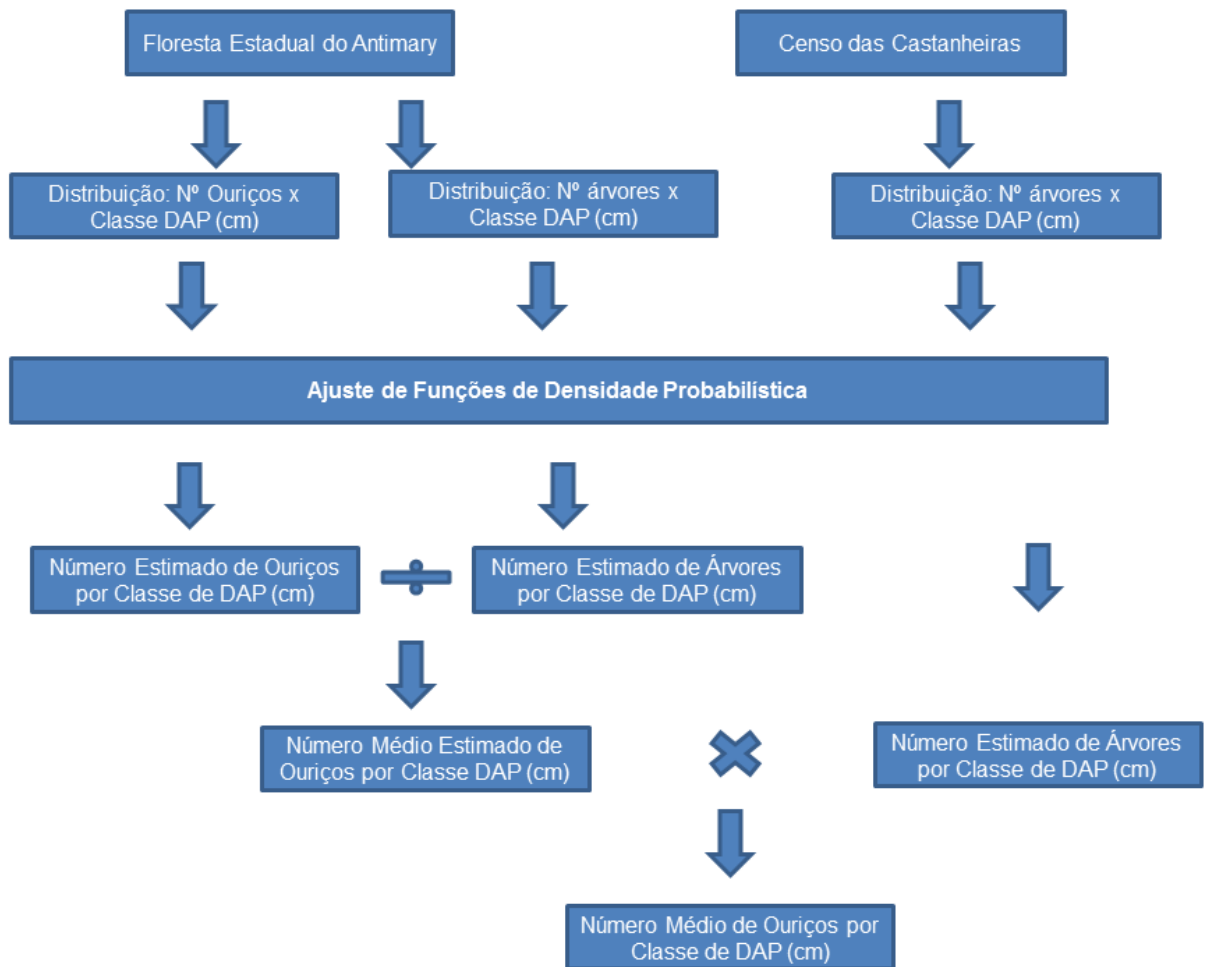


FIGURA 12 – PROCEDIMENTO PARA SIMULAR O NÚMERO DE OURIÇOS POR ÁRVORE.

O resultado dessas funções expressam o número estimado de ouriços por classe de DAP. Neste caso, o número de ouriços por classe de diâmetro será constante, ou seja, não houve variação do número ouriços dentro de uma classe de diâmetro.

3.8.1 Descrição das Funções

As funções de densidade probabilística estimam a esperança de ocorrência de uma frequência de ouriços e árvores numa dada classe de diâmetro. A partir dessa probabilidade e do número total de indivíduos foi

possível saber a frequência de ouriços em cada classe diamétrica considerada. A Tabela 1 apresenta a descrição de cada função ajustada nesse trabalho.

TABELA 1 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA UTILIZADAS

Função		Submetido a:
Normal	$f(x) = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \right) e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$	$\sigma > 0;$ $-\infty < x < +\infty$ $-\infty < \mu < +\infty$
Log normal	$f(x) = \frac{1}{x(\sqrt{2\pi}\sigma^2)} e^{\left(\frac{1}{2}\right)\frac{(\ln(x)-\mu)^2}{\sigma^2}}$	$x \geq a; \sigma > 0;$ $-\infty < \mu < +\infty;$ $-\infty < x < +\infty.$
Gamma	$f(x) = \frac{x^{\alpha-1} e^{\left(\frac{-x}{\beta}\right)}}{\beta^\alpha \cdot \Gamma(\alpha)}$	$x \geq a;$ $-\infty < a < +\infty;$ $\alpha, \beta > 0$
Beta	$f(x) = \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)(b-a)^{\alpha+\beta-1}} (x-a)^{\alpha-1} (b-x)^{\beta-1}$	$a < x < b$ $\alpha, \beta > 0$ $-\infty < a < b < +\infty$
Weibull 3 parâmetros	$f(x) = \frac{c}{b} \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} e^{-\left(\frac{x-a}{b}\right)^c}$	$x \geq a$ $-\infty < a < +\infty$ $c, b > 0$

Legenda: $f(x)$ = Função de densidade probabilística; X = Variável aleatória; X_{\min} = Valor mínimo de X ; π = Constante PI (3,1416...); e = Constante de Euler (2,7182...); $a, b, c, d, \alpha, \beta$ = Parâmetros estimados.

Para realizar o ajuste das funções, isto é, para a obtenção dos parâmetros das funções de densidade probabilística, foi criada uma planilha em ambiente Excel, na qual foram obtidas as frequências por classe diamétrica e os valores iniciais dos parâmetros de cada função. As funções Normal e log Normal foram ajustadas pelo método da Verossimilhança enquanto as funções Beta e Gamma foram ajustadas pelo método dos momentos. Já a função Weibull foi ajustada pelo método dos mínimos quadrados não ordinários via regressão não linear. Nesse caso, utilizou-se a ferramenta Solver do Excel. Tal ferramenta utiliza o algoritmo linear de gradiente reduzido generalizado (GRG 2) na interação dos parâmetros, ou seja, esse algoritmo otimiza a solução dos parâmetros, sendo que cada tentativa é chamada de iteração. Dessa forma, a ferramenta Solver foi utilizada para minimizar a soma dos quadrados do resíduo modificando a semente inicial de cada ajuste pelo processo iterativo.

3.8.2 Aderência das Funções

A comparação e escolha da função que melhor descreveu a distribuição diamétrica das espécies estudadas foram baseadas na média de estatísticas que indicam a aderência dos modelos aos dados observados e a precisão dessas funções, como o teste de aderência proposto por Kolmogorov-Smirnov. Essa estatística é utilizada para comparar a precisão das frequências estimadas através dos modelos de distribuição diamétrica testados com as frequências observadas. Em linhas gerais, o teste de aderência visa responder as seguintes hipóteses:

H0= As frequências observadas e estimadas são similares sob o ponto de vista estatístico;

H1: As frequências observadas e estimadas diferem estatisticamente.

O teste de Kolmogorov – Smirnov é calculado da seguinte forma:

$$D_{cal} = \frac{SUP_x |Fo_x - Fe_x|}{n}$$

Em que: Dcalc: Valor D calculado; Fo(x): frequência observada acumulada; Fe(x): frequência esperada acumulada; n: Número de observações.

Associado a este teste realizou-se a comparação gráfica de cada ajuste em função dos valores reais e estimados pelas funções.

3.9 SIMULAÇÃO

O castanhal utilizado para testar o sistema não existe mais em função da supressão das castanheiras, tornando-se impossível realizar estudos biométricos envolvendo a quantificação do número de castanhas por ouriço e, conseqüentemente, da biomassa das castanhas daqueles indivíduos.

Para contornar esta dificuldade, foram realizadas duas coletas de dados na Reserva Biologia Rio Trombetas. Essa unidade de conservação está localizada adjacente a Flona Saracá Taquerá. Dessa forma, a Rebio Trombetas foi utilizada para a coleta de informações referente ao número de castanhas por ouriço e biomassa das castanhas.

3.9.1 Coleta na Reserva Biológica do Rio Trombetas

O castanhal no qual este trabalho foi apoiado para o desenvolvimento do sistema de amostragem, situa-se nas proximidades do ponto de fiscalização do ICMbio. Tal castanhal é utilizado pelos moradores no lago Erepecuru, comunidade quilombola que margeia o Rio Trombetas. As coletas de campo ocorreram antes e após a coleta de castanhas, ou seja, meados de dezembro de 2010 e final de julho (2011). A Figura 13 mostra o acervo fotográfico da expedição. A coleta de ouriços ocorreu em uma trilha utilizada pelos castanheiros da região. Ao todo, selecionou-se 16 árvores que continham ouriços encontrados na serapilheira.



FIGURA 13 – ACERVO FOTOGRÁFICO DA EXPEDIÇÃO AOS CASTANHAIS NA RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS

Legenda: A – Saída de Porto Trombetas; B - Quilombola guiando a Rabeta; C - Casa do Castanheiro; D - Agrupamento de Castanheiras; E – Acesso ao Lago Erepecuru; F- Acesso ao Castanhal; G – Vista do Castanhal; H – Fuste de *Bertholletia excelsa*.

A amostragem foi realizada em três estágios da população em julho e setembro de 2011. Dessa forma, foram selecionadas aleatoriamente 16 castanheiras, com as quais se realizou a sub-amostragem, caracterizada pela contagem do número de castanhas em cada ouriço amostrado e em cada castanheira amostrada. De cada árvore era coletados de 1 até 3 ouriços. A Figura 14 mostra o procedimento de contagem das castanhas em cada ouriço amostrado.



FIGURA 14 – QUEBRA DE OURIÇO E CONTAGEM DE CASTANHAS

O terceiro estágio da amostragem foi realizado mediante a pesagem das castanhas oriundas dos mesmos ouriços amostrados no segundo estágio. Nessa etapa as castanhas eram embaladas em saco de papel Kraft e posteriormente pesadas. Com as informações referentes ao número de castanhas por ouriço e a biomassa dessas castanhas, obteve-se os dados necessários para a simulação dos parâmetros da população.

3.9.2 Simulação do Número de Castanhas por Ouriço

A simulação constitui-se na enumeração das castanhas dentro de cada ouriço e nos respectivos pesos individuais de cada castanha dentro de cada ouriço. Dessa forma, essa atividade visou determinar o número de castanhas em cada ouriço e o peso de cada castanha da população florestal. Tanto na contagem de castanhas por ouriço, quanto no peso de todas as castanhas considerou-se dados reais de campo.

Para simular o número de castanhas por ouriço, foi construída uma tabela de números aleatórios. Tal tabela foi formulada mediante utilização de um algoritmo pseudo aleatório. Tal algoritmo calcula uma série de números aleatórios a partir de um valor inicial (semente). Para geração dessa tabela considerou-se o limite inferior e superior do número de castanhas observados em 40 ouriços amostrados na Rebio. Com essas informações, definiu-se o intervalo no qual os dados seriam simulados, ou seja, valor mínimo e máximo.

3.9.3 Simulação do Peso Individual das Castanhas

O peso individual das castanhas foi obtido mediante simulação com a utilização do aplicativo Excel da Microsoft. O resultado dessa simulação foi uma tabela de números aleatórios distribuídos normalmente. Para a construção dessa tabela utilizou a média do peso das castanhas e o respectivo desvio padrão. Dessa forma, a simulação desse parâmetro levou em consideração a função de densidade probabilística da variável de interesse. O primeiro valor simulado correspondeu à primeira castanha, do primeiro ouriço da primeira árvore da população. Seguindo essa sequência obteve-se o peso de todas as castanhas dentro de cada ouriço da população florestal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AJUSTE DAS FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA

- Número de Ouriço x Classe de DAP - Acre

A Tabela 2 apresenta o resultado do ajuste das funções de densidade probabilística ajustadas para estimar a frequência de ouriço por classe diamétrica para os dados do Acre. Como pode ser visualizados nesta tabela, os valores KS calculados indicados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov mostram que apenas as funções de Weibull e Normal são aderentes a distribuição dos dados.

TABELA 2 – FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (Nº ouriços / DAP cm)

Número de ouriços x Classe DAP (cm)				
Função	Coeficientes	Kolmogorov Smirnov $\alpha=0,10$	D tabelado	Veredito
Normal	x= 115,214	KS calc=0,008367	0,009246	Aderente
	s= 24,311			
Log Normal	$\xi= 4,721$	KS calc= 0,14624	0,009246	Não Aderente
	$\sigma= 0,236$			
Gamma	$\beta= 5,798$	KS calc= 0,12375	0,009246	Não Aderente
	$\alpha= 19,868$			
	$\Gamma(\alpha)= 8,24$			
Beta	a= 50,005	KS calc=0,10148	0,009246	Não Aderente
	b=194			
	$\alpha= 3,439$			
	$\beta= 4,187$			
	$\Gamma(\alpha+\beta)= 2395,373$			
	$\Gamma(\alpha)= 3,109$			
	$\Gamma(\beta)= 7,625$			
Weibull	a = 50,005	KS calc = 0,008245	0,009246	Aderente
	b= 75,185			
	c= 3,983			

Tal afirmação é feita porque a estatística KS calc das duas funções apresentaram resultado inferior ao D tabelado, o que caracteriza na aceitação da hipótese da nulidade, ou seja: as frequências reais e estimadas são similares estatisticamente. Em virtude disso, a função e Weibull foi eleita para estimar o número de ouriços por classe de DAP. Para complementar essa decisão, realizou-se ainda a distribuição gráficas da distribuição observada e estimada conforme apresentado na Figura 15.

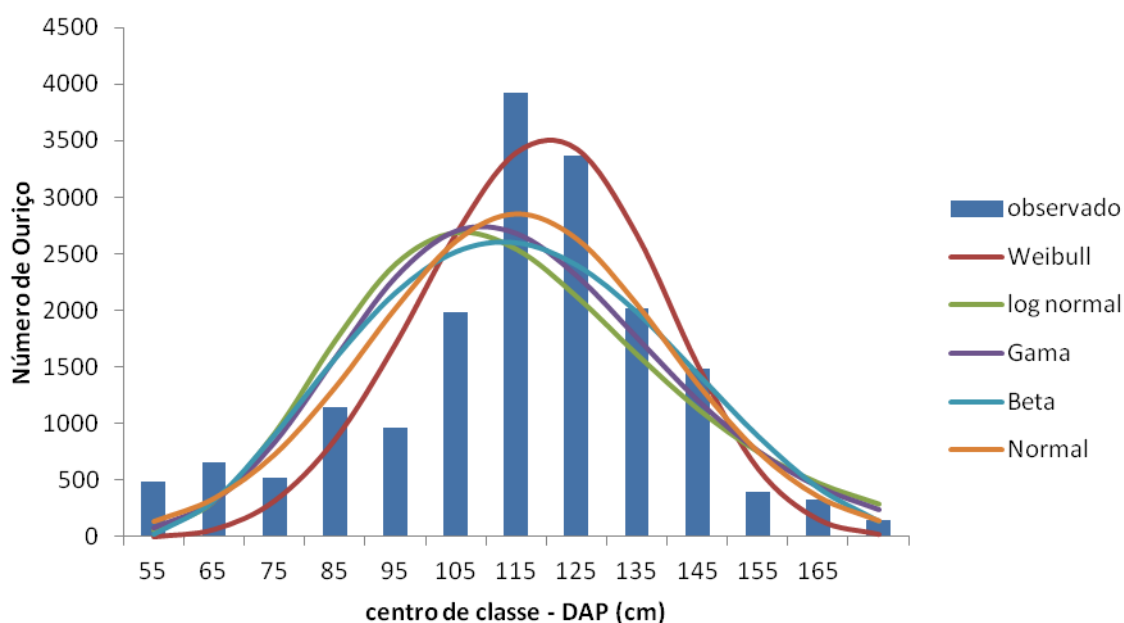


FIGURA 15 – COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO PARA NÚMERO DE OURIÇOS

A Figura 15 permite identificar que a função de Weibull e a Normal representam melhor a distribuição dos dados. De modo geral, nenhuma função representa com eficiência a distribuição dos ouriços nas primeiras classes de diâmetro. Embora se perceba a existência de correlação do número de ouriços em função das classes de DAP, é importante citar que tal distribuição pode ter sido afetada por eventos climáticos existentes no período da coleta dos dados que ocorreu em 2006. Historicamente, esse período foi marcado pelo “*El Niño*” evento climático que modificou a distribuição e intensidade de chuvas na Amazônia. Embora o “*El Niño*” tenha ocorrido em 2005, é possível que a produção ainda tenha sido afetada no ano de 2006.

É importante mencionar que a distribuição é caracterizada pela trimodalidade nos centros de classe 65, 85 e 115 cm. Percebe-se ainda que o maior número de ouriços encontra-se situado nas classes intermediárias o que pode indicar que a espécie possui boa capacidade de regeneração. Em referência disso, percebe-se que o extrativismo da castanha é sustentável no que tange a perpetuação da espécie.

- Número de árvore x Classe de DAP – Acre

A Tabela 3 apresenta os coeficientes das funções ajustadas, assim como o resultado do teste de aderência.

TABELA 3– FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (frequência de árvores / DAP cm) - Acre

Número de ouriços x Classe DAP (cm)				
Função	Coeficientes	Kolmogorov Smirnov $\alpha=0,05$	D tabelado	Veredito
Normal	x= 115, 008	KS calc=0, 0879	0, 121642	Aderente
	S= 32, 261			
Log Normal	$\xi= 4, 604$	KS calc= 0, 0725	0, 121642	Aderente
	$\sigma= 0, 321$			
Gamma	$\beta= 9, 904$	KS calc= 0, 0613	0, 121642	Aderente
	$\alpha= 10, 609$			
	$\Gamma(\alpha) = 1457603, 183$			
Beta	a= 54	KS calc=0, 0518	0, 121642	Aderente
	b=176			
	$\alpha= 1, 038$			
	$\beta= 1, 442$			
	$\Gamma(\alpha+\beta) = 1, 311$			
	$\Gamma(\alpha) = 0, 979$			
$\Gamma(\beta) = 0, 885$				
Weibull	a = 25,185	KS calc = 0, 0276	0, 121642	Aderente
	b= 89, 828			
	c= 2, 236			

Como se observa, todas as funções são aderentes à distribuição observada. Tendo como base o valor do KS calc percebe-se que o melhor

desempenho está condicionado à função de Weibull. A Figura 16 mostra o diagrama comparativo entre as observações reais e estimadas pelas funções.

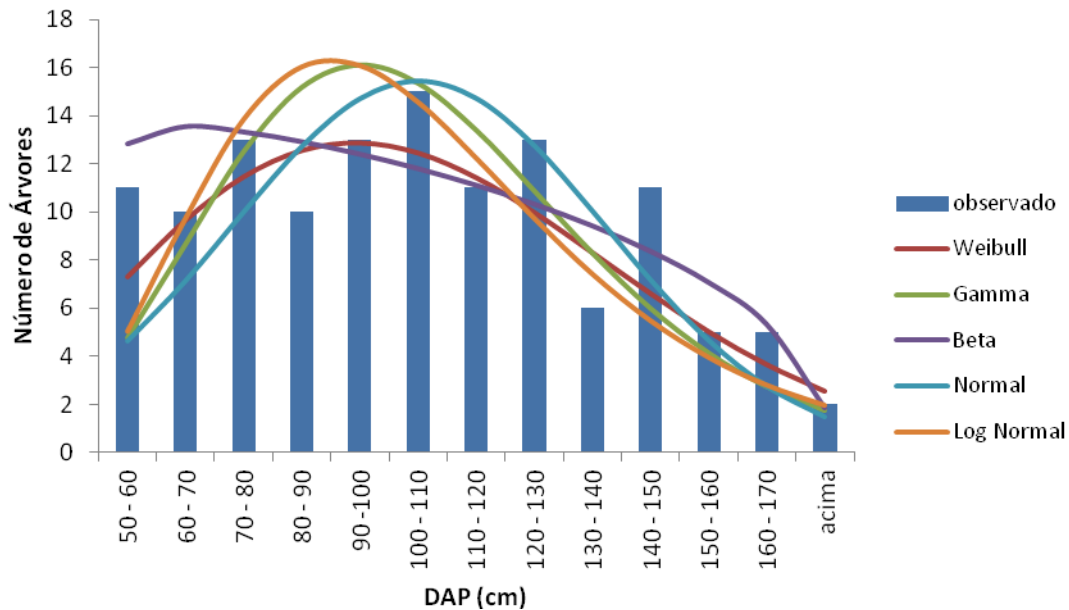


FIGURA 16 – COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO

O diagrama permite observar que a distribuição do número de árvores em função do DAP é irregular, não revelando padrão de ocorrência. É importante citar que as árvores utilizadas nesse estudo foram condicionadas a um processo de seleção baseada na qualidade da copa. É de se esperar que essa seleção descaracterize a distribuição diamétrica da espécie.

- Número de Árvore x Classe de DAP - Platô Almeidas

A Tabela 4 apresenta os coeficientes das funções ajustadas, assim como o resultado do teste de aderência. O valor de KS (0,1071) calculado para a distribuição Normal foi maior que o tabelado, logo a distribuição não pode ser considerada aderente aos dados observados da castanheira.

TABELA 4 - FUNÇÕES DE DENSIDADE PROBABILÍSTICA AJUSTADAS (frequência de árvores / DAP cm) – PLATÔ ALMEIDAS

Número de ouriços x Classe DAP (cm)				
Função	Coeficientes	Kolmogorov Smirnov $\alpha=0,05$	D tabelado	Veredito
Normal	x= 117,5176	KS calc=0,1071	0,040351	Não Aderente
	s= 43,0627			
Log Normal	$\xi=$ 4,7047	KS calc= 0,02032	0,040351	Aderente
	$\sigma=$ 0,3491			
Gamma	$\beta=$ 15,779	KS calc= 0,0388	0,040351	Aderente
	$\alpha=$ 7,447			
	$\Gamma(\alpha)=$ 1689,317			
Beta	a= 54	KS calc=0,0518	0,040351	Aderente
	b=316			
	$\alpha=$ 1,4057			
	$\beta=$ 4,392			
	$\Gamma(\alpha+\beta)=$ 85,406			
	$\Gamma(\alpha)=$ 0,8869			
$\Gamma(\beta)=$ 10,0363				
Weibull	a = 51,025	KS calc = 0,0148	0,040351	Aderente
	b= 73,417			
	c= 1,708			

Com base na Figura 17 é possível ratificar a qualidade de ajuste de cada função testada. Como anteriormente, mais uma vez a função Weibull foi a melhor para representar a distribuição dos dados.

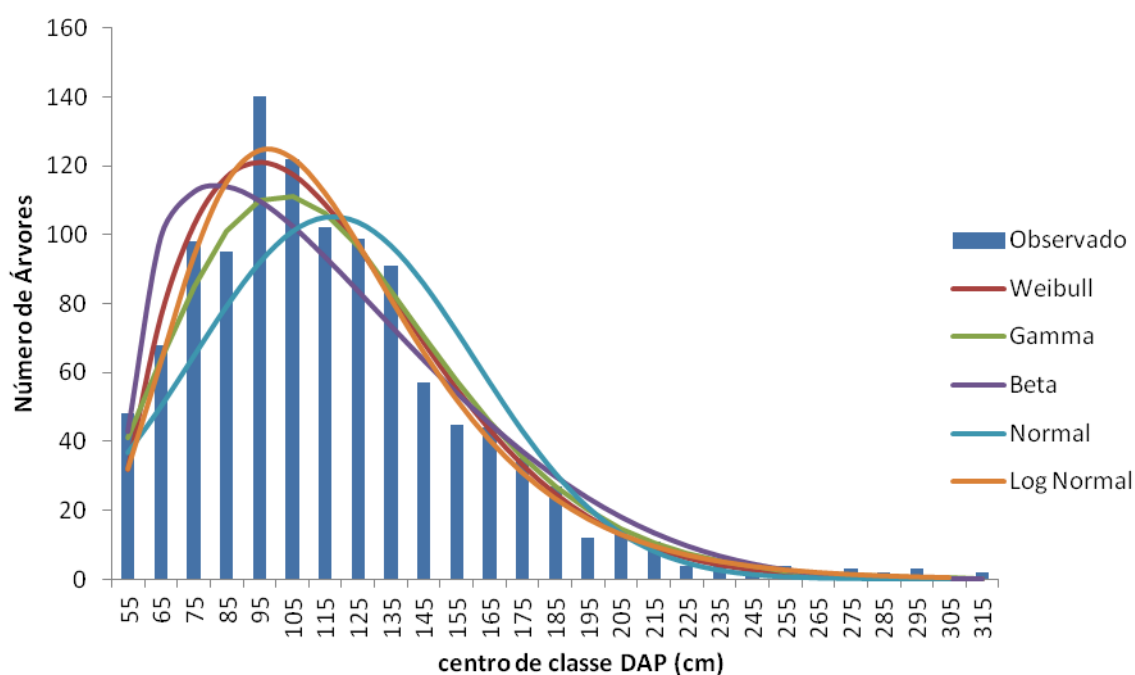


FIGURA 17 – COMPARAÇÃO GRÁFICA ENTRE OBSERVADO E ESTIMADO PARA NÚMERO DE ÁRVORES

Como se observa a distribuição diamétrica da espécie pode ser classificada como unimodal, apresentando uma leve assimetria positiva. Vale lembrar que o limite inferior dessa distribuição precisou ser modificado para coincidir com o limite estabelecido pela distribuição do Acre. A configuração da distribuição diamétrica da castanheira é bastante comentada na ciência florestal. Estudando o comportamento da distribuição diamétrica na região de Altamira, Weber (2011) cita que a castanheira possui comportamento trimodal, conforme mostra a Figura 18.

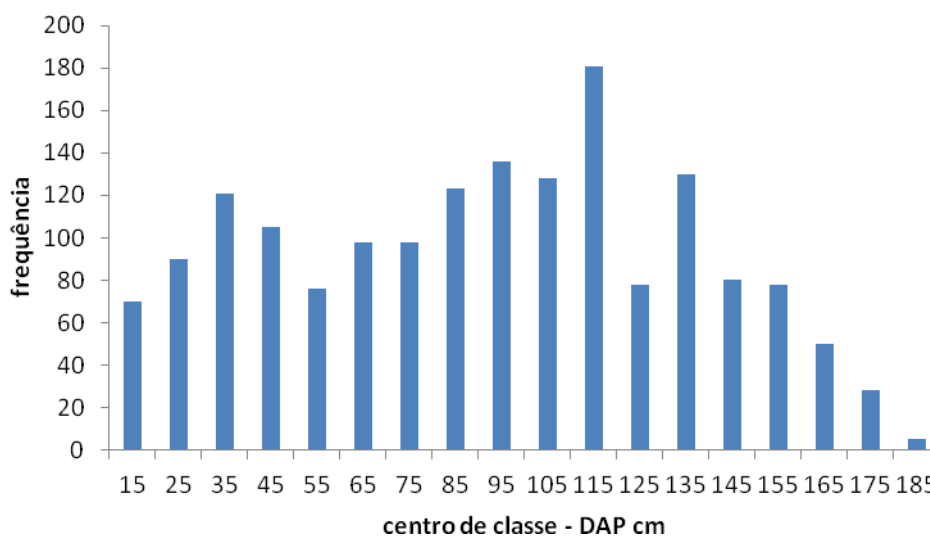


FIGURA 18 – DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA DA CASTANHEIRA EM ALTAMIRA
 FONTE: Weber (2011)

A diferença de tais distribuições não pode ser discutida apenas do ponto de vista matemático. Para uma análise mais crítica é necessário introduzir conhecimento advindos da etnociência, visando elucidar o constructo analisado. Seguindo essa linha de raciocínio, Salomão (2002) menciona que essa distribuição pode estar relacionada ao processo histórico de ocupação da Flona Saracá Taquerá. Tal autor sugere que na área de pesquisa o manejo da castanheira era realizado por comunidades indígenas.

Esta informação também é apresentada no plano de manejo da Flona Saracá Taquera (IBAMA, 2006). Nesse documento, menciona-se que na região da Flona existem 70 sítios arqueológicos, indicando uma área extremamente rica do ponto de vista arqueológico não só pela grande quantidade de sítios arqueológicos existentes, indicando um denso povoamento pré-histórico, como também por sua representatividade cultural. Uma dessas manifestações culturais associa-se à presença dos índios Konduris (HILBERT, 1980). Em virtude disso, percebe-se que a distribuição diamétrica constitui-se em uma importante ferramenta para avaliação da regeneração da espécie.

Em virtude disso, a distribuição diamétrica da castanheira no platô Almeidas pode estar associado a fatores culturais intrínsecos à cultura indígena. Essa associação constitui-se em uma fonte de variação dos resultados desta pesquisa, visto que a densidade das castanheiras afetam os estimadores propostos nesse estudo.

4.2 NÚMERO DE OURIÇO POR ÁRVORE

Mediante as distribuições supracitadas foi possível estimar o número médio de ouriços por classe diamétrica do Platô Almeidas, conforme mostra a Tabela 5.

TABELA 5 – NÚMERO MÉDIO DE OURIÇOS POR ÁRVORE EM CADA CLASSE DIAMÉTRICA

Centro de Classe - DAP (cm)	Número de Árvores	Número Médio de Ouriços
55	33	1
65	76	7
75	102	28
85	116	69
95	121	132
105	118	214
115	109	296
125	97	342
135	83	319
145	69	230
155	55	120
165	43	42
175	37	9
185	25	2
195	18	1

Como se observa, o número de ouriços por árvore foi caracterizado pela média de ouriços por classe de diâmetro, ou seja, o número de ouriços por árvore foi constante para as árvores de uma mesma classe de diâmetro.

Em um estudo envolvendo a quantificação de frutos de 84 árvores em 6 hectares numa região localizado dentro do platô Almeidas, Salomão (2006) constatou que a produção de ouriços variou de 1 até 172 frutos por árvore.

A variabilidade de ouriços por árvore é bastante comentada em trabalhos realizados por Kainer e Wadt (2007). Tais autoras chegaram a encontrar de 1 até 1.400 ouriços por árvore na região sudeste do Acre.

Feita estas considerações, percebe-se que o tamanho da unidade primária é proporcional à variabilidade de ouriços por árvore, ou seja, trata-se de unidades primárias com tamanho desigual entre as classes diamétricas. Dessa forma a população florestal possuiu 168.705 ouriços.

4.3 SIMULAÇÃO DO NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO

O número de castanhas por ouriço foi obtido mediante a construção de uma tabela de números aleatórios distribuídos dentro de um intervalo especificado na amostragem. Nesse caso os valores especificados foram 4 e 22. A Tabela 6 apresenta o resultado de tal variável para ouriços de três árvores da população florestal.

TABELA 6 – NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO

N	Nº ouriço	Nº castanhas
1	1	7
36	1	12
	2	17
	3	17
	4	16
	5	19
	6	14
	7	12
217	1	16
	2	15
	3	19
	4	13
	5	13
	6	18
	7	11
	8	13
	9	21
	10	12
	11	18
	12	21
	13	21
	14	14
	15	14
	16	14

N	Nº ouriço	Nº castanhas
	17	18
	18	14
	19	15
	20	16
	21	15
	22	14
	23	13
	24	15
	25	16
	26	12
	27	18
	28	16

Como se observa, os valores simulados distribuíram-se uniformemente dentro do intervalo especificado. Nota-se que cada ouriço possui diferente número de castanhas, constituindo-se em uma fonte de variação desse estudo.

4.4 SIMULAÇÃO DO PESO INDIVIDUAL DAS CASTANHAS

A simulação foi realizada com informações reais mediante amostragem em 16 árvores na Rebio. Em cada árvore eram coletados de 2 até 3 ouriços e suas castanhas eram pesadas individualmente. As estatísticas dessa amostragem definirão os critérios para a simulação dos parâmetros da população. A Figura 19 apresenta as estatísticas descritivas referentes à amostragem na Rebio.

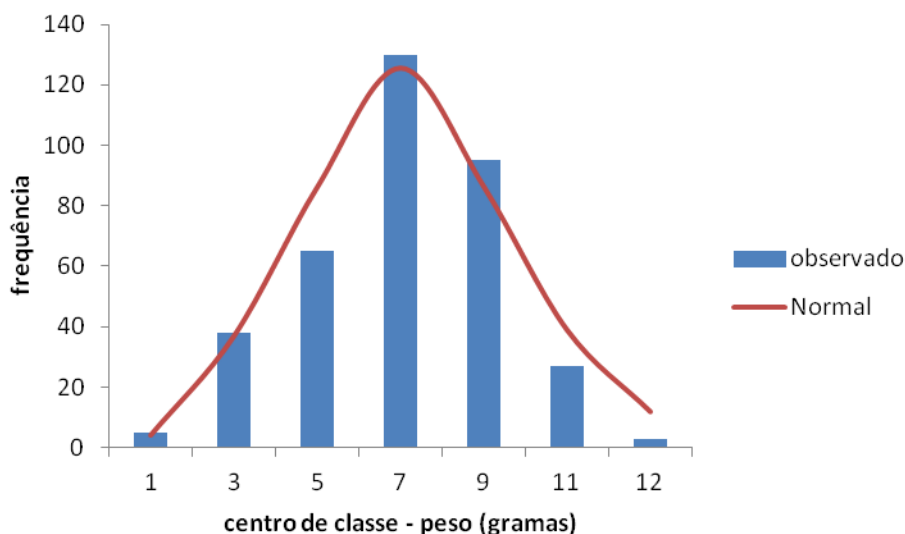


FIGURA 19 – DISTRIBUIÇÃO DE PESO DAS CASTANHAS (GRAMAS)

A média dessa distribuição foi de 7 g com desvio padrão de 2,19. Como se observa, a distribuição dos pesos das castanhas segue uma distribuição normal, uma vez que o KS calculado (0,0304) é menor que o D tabelado (0,0713) com 95% de probabilidade. A partir dessas estatísticas, foi gerada uma tabela de números aleatórios seguindo a distribuição normal. Nessa tabela, a primeira castanha simulada foi localizada no primeiro ouriço da primeira árvore. Seguindo essa sequência obteve-se o peso de todas as castanhas de todos os ouriços de cada árvore da população florestal. Ao todo foram simulados os pesos de 2.690.497 castanhas.

De posse das seguintes informações: número de ouriços por árvore, número de castanha por ouriço e do peso individual das castanhas dentro de cada ouriço, obteve-se todos os parâmetros necessários para validação do sistema de amostragem. A Tabela 7 mostra definição dos parâmetros nos três estágios da amostragem para duas árvores de população florestal.

TABELA 7 – PARÂMETROS PARA ALGUMAS ÁRVORES DA POPULAÇÃO

N	Nº ouriço	Nº castanhas	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Peso 6	Peso 7	Peso 8	Peso 9	Peso 10	Peso 11	Peso 12	Peso 13	Peso 14	Peso 15	Peso 16	Peso 17	Peso 18	Peso 19	Peso 20	Peso 21	
1	1	7	2,12	10,31	7,36	7,15	11,33	10,17	9,62															
33	1	15	12,18	7,25	7,45	8,18	10,13	9,49	9,45	11,21	6,70	6,74	7,69	9,51	7,30	9,60	7,91							
33	2	19	8,18	10,13	9,49	6,22	9,69	10,09	7,66	9,38	6,95	8,12	8,61	8,00	7,66	6,34	9,91	8,97	9,19	10,10	4,93			
33	3	19	6,22	9,69	10,09	6,19	8,99	6,84	6,60	7,73	6,33	7,72	10,02	9,66	7,37	5,64	8,34	7,14	9,35	9,12	8,70			
33	4	15	6,19	8,99	6,84	7,29	5,24	10,45	9,66	10,01	8,89	12,81	11,79	8,60	6,62	6,37	8,75							
33	5	14	7,29	5,24	10,45	8,28	7,18	8,46	9,48	9,21	2,96	6,98	9,41	8,27	8,27	7,28								
33	6	18	8,28	7,18	8,46	7,46	9,29	9,59	5,16	7,30	6,29	8,70	12,26	11,72	7,20	8,00	10,14	9,71	10,89	5,51				
33	7	16	7,46	9,29	9,59	10,66	5,27	5,50	8,04	4,70	6,98	4,22	7,85	8,25	10,31	7,46	6,81	4,81						
34	1	14	10,66	5,27	5,50	9,31	6,88	7,56	6,47	7,25	7,69	9,41	8,14	6,08	8,05	10,85								
34	2	18	9,31	6,88	7,56	9,34	4,94	6,41	7,81	6,15	7,80	7,32	9,37	8,73	6,61	10,76	5,65	7,46	9,55	10,53				
34	3	15	9,34	4,94	6,41	6,64	10,37	10,03	9,00	7,71	7,07	9,55	5,80	7,14	5,09	13,30	10,24							
34	4	17	6,64	10,37	10,03	12,95	9,48	2,33	8,90	10,51	3,49	7,20	9,00	11,19	9,78	6,92	6,24	6,21	8,34					
34	5	17	12,95	9,48	2,33	9,52	8,84	7,84	9,06	7,53	8,05	9,29	7,21	7,48	10,38	6,85	8,92	9,29	6,47					
34	6	16	9,52	8,84	7,84	5,50	8,43	9,96	5,54	7,63	11,03	10,60	7,48	8,55	9,20	5,58	6,72	9,85						
34	7	18	5,50	8,43	9,96	4,03	5,03	12,29	7,71	10,42	6,99	8,78	9,16	11,92	4,36	6,71	6,42	7,66	5,46	10,77				
35	1	12	4,03	5,03	12,29	8,73	7,37	9,82	7,54	9,77	9,76	8,05	10,66	3,61										
35	2	14	8,73	7,37	9,82	6,57	12,66	10,33	9,55	10,06	7,50	9,16	8,43	9,55	8,35	6,88								
35	3	14	6,57	12,66	10,33	9,26	9,83	8,11	8,70	10,10	7,08	8,78	8,94	7,16	6,85	9,52								
35	4	10	9,26	9,83	8,11	5,86	6,64	6,56	5,61	6,20	8,76	7,28												
35	5	17	5,86	6,64	6,56	7,47	4,42	7,53	11,36	6,49	8,16	6,34	4,24	8,83	4,86	8,71	6,04	8,16	10,17					
35	6	16	7,47	4,42	7,53	7,78	7,94	10,01	9,46	7,91	12,00	9,34	8,67	3,13	7,88	9,61	8,76	7,03						
35	7	15	7,78	7,94	10,01	6,30	5,80	7,95	10,40	11,38	8,47	9,75	6,63	9,22	6,48	7,81	7,76							
36	1	12	6,30	5,80	7,95	9,23	7,59	12,43	10,74	5,87	6,15	5,78	10,80	8,54										
36	2	17	9,23	7,59	12,43	4,09	9,86	10,34	7,78	9,18	9,49	4,90	7,66	7,69	4,52	10,67	6,08	8,65	8,25					
36	3	17	4,09	9,86	10,34	8,57	8,28	10,01	8,98	7,27	6,56	10,98	7,51	6,01	7,02	6,84	8,06	8,84	7,62					
36	4	16	8,57	8,28	10,01	6,78	6,35	6,49	7,50	8,34	6,82	5,94	5,67	5,81	8,95	8,77	6,97	5,04						
36	5	19	6,78	6,35	6,49	7,00	6,11	7,82	8,63	8,10	9,69	6,69	10,04	5,85	9,50	8,99	10,72	8,48	6,28	10,03	10,40			

N	Nº ouriço	Nº castanhas	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Peso 6	Peso 7	Peso 8	Peso 9	Peso 10	Peso 11	Peso 12	Peso 13	Peso 14	Peso 15	Peso 16	Peso 17	Peso 18	Peso 19	Peso 20	Peso 21	
36	6	14	7,00	6,11	7,82	6,93	8,44	9,37	8,81	8,86	6,23	7,27	2,24	4,29	6,89	6,88								
36	7	12	6,93	8,44	9,37	4,80	7,72	9,35	8,24	5,36	10,87	8,96	5,96	7,84										
37	1	14	4,80	7,72	9,35	6,04	7,87	8,93	11,73	10,98	7,46	10,83	6,23	8,40	5,85	9,93								
37	2	18	6,04	7,87	8,93	4,30	8,66	5,29	6,04	7,86	9,32	7,54	6,48	5,45	9,67	7,08	8,44	9,19	8,96	9,03				
37	3	17	4,30	8,66	5,29	10,50	6,93	8,20	6,90	8,56	7,39	4,50	6,30	9,02	8,74	10,98	9,58	6,32	5,92					
37	4	14	10,50	6,93	8,20	6,93	10,36	5,33	6,18	7,68	8,10	11,16	7,99	7,06	2,33	6,33								
37	5	16	6,93	10,36	5,33	9,16	8,92	7,23	7,96	8,79	8,93	9,35	8,27	6,54	4,22	6,99	7,76	8,73						
37	6	16	9,16	8,92	7,23	7,31	2,60	10,16	5,20	6,65	5,89	5,10	7,86	5,87	9,57	8,60	6,20	9,56						
37	7	9	7,31	2,60	10,16	6,90	8,38	9,39	5,61	9,77	7,81													
38	1	14	6,90	8,38	9,39	10,17	6,07	9,96	8,01	8,91	8,47	6,11	14,23	8,79	6,87	5,24								
38	2	16	10,17	6,07	9,96	8,69	6,95	8,09	7,52	5,36	8,26	7,39	7,94	6,81	7,25	10,99	10,18	6,89						
38	3	14	8,69	6,95	8,09	8,63	8,70	7,60	11,80	2,44	6,37	5,84	10,36	2,80	6,23	8,97								
38	4	17	8,63	8,70	7,60	9,86	8,37	11,34	13,71	8,63	3,74	10,07	7,19	7,05	6,62	9,56	4,97	7,82	6,66					
38	5	21	9,86	8,37	11,34	8,54	9,85	8,77	7,41	5,31	5,48	8,60	4,54	7,70	3,41	6,01	5,92	7,22	7,17	10,09	8,54	9,07	5,44	
38	6	20	8,54	9,85	8,77	6,59	7,48	7,61	6,78	6,38	9,09	8,00	5,01	8,41	9,29	8,68	10,92	7,28	10,81	9,39	11,02	5,72		
38	7	12	6,59	7,48	7,61	6,71	9,25	11,27	7,55	5,91	9,41	7,45	9,65	5,23										
39	1	17	6,71	9,25	11,27	9,63	9,87	9,31	11,02	4,68	8,35	5,80	7,37	7,28	6,62	9,23	7,44	11,16	8,22					
39	2	15	9,63	9,87	9,31	9,13	6,63	12,29	14,67	4,99	8,76	8,96	7,11	7,17	7,54	8,48	6,31							
39	3	12	9,13	6,63	12,29	9,94	8,88	8,85	9,10	7,39	9,49	7,74	6,14	6,93										
39	4	18	9,94	8,88	8,85	7,13	8,54	8,33	7,45	6,09	7,80	3,00	9,15	6,63	4,95	9,13	13,06	7,36	7,09	7,61				
39	5	18	7,13	8,54	8,33	9,83	6,77	7,42	7,65	6,47	6,63	11,90	10,45	9,85	8,26	8,41	10,94	9,69	6,85	8,14				
39	6	10	9,83	6,77	7,42	12,07	7,92	11,05	10,31	5,11	6,30	10,13												
39	7	14	12,07	7,92	11,05	5,98	6,30	8,52	7,11	6,71	10,30	5,00	4,82	10,26	5,98	7,39								
40	1	15	5,98	6,30	8,52	4,32	9,03	7,33	9,75	6,87	7,71	9,36	7,32	9,53	8,62	9,69	9,75							
40	2	15	4,32	9,03	7,33	6,89	5,00	11,26	5,84	5,71	9,45	9,07	10,44	5,90	12,48	11,22	5,94							
40	3	19	6,89	5,00	11,26	8,30	8,43	6,79	7,73	5,59	7,20	5,00	9,78	10,33	5,68	8,13	4,48	7,52	10,30	7,63	7,45			
40	4	16	8,30	8,43	6,79	12,23	9,46	4,20	9,64	6,05	8,51	8,08	3,85	8,04	6,97	10,14	8,95	6,98						
40	5	21	12,23	9,46	4,20	9,05	6,12	9,64	4,37	10,18	8,92	2,41	6,54	10,11	9,29	6,76	7,14	5,43	9,12	6,42	11,08	9,79	7,16	

N	Nº ouriço	Nº castanhas	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5	Peso 6	Peso 7	Peso 8	Peso 9	Peso 10	Peso 11	Peso 12	Peso 13	Peso 14	Peso 15	Peso 16	Peso 17	Peso 18	Peso 19	Peso 20	Peso 21	
40	6	17	9,05	6,12	9,64	5,75	7,42	8,38	6,09	6,98	7,64	5,82	6,73	5,92	5,74	8,00	6,85	6,77	9,39					
40	7	17	5,75	7,42	8,38	10,06	8,62	8,13	7,44	9,91	8,53	10,82	9,64	12,66	8,39	10,85	6,06	6,90	9,56					
41	1	18	10,06	8,62	8,13	7,55	5,95	10,96	9,19	4,70	6,17	6,87	8,04	8,64	6,58	4,74	7,82	9,36	8,40	9,10				
41	2	14	7,55	5,95	10,96	6,44	7,34	7,62	5,35	13,58	10,03	6,78	8,69	7,91	3,91	11,74								
41	3	18	6,44	7,34	7,62	9,16	9,71	10,74	11,32	10,09	6,71	9,52	6,94	5,77	5,48	6,71	8,46	8,95	6,47	7,77				
41	4	15	9,16	9,71	10,74	8,63	10,21	8,31	8,19	10,84	9,68	8,92	6,42	8,00	6,45	4,27	5,66							
41	5	17	8,63	10,21	8,31	9,96	6,94	8,36	8,12	8,49	7,33	6,53	5,87	7,12	6,58	10,30	4,81	6,51	5,89					
41	6	14	9,96	6,94	8,36	6,29	9,98	10,96	7,91	6,22	12,41	7,31	9,94	6,83	10,38	6,95								
41	7	19	6,29	9,98	10,96	6,29	7,93	6,28	5,49	7,87	11,35	8,46	7,65	6,48	9,05	10,08	9,14	7,95	8,64	8,87	6,39			
42	1	14	6,29	7,93	6,28	5,69	6,19	8,24	8,61	4,09	4,77	7,47	5,74	4,67	6,44	8,27								
42	2	19	5,69	6,19	8,24	6,12	9,61	9,14	10,12	7,72	10,29	10,22	10,98	7,63	10,72	10,57	3,72	8,96	7,43	7,36	11,09			
42	3	21	6,12	9,61	9,14	10,16	7,14	6,77	6,13	7,76	9,16	10,36	6,53	3,97	8,35	7,12	10,15	6,82	6,30	9,99	7,50	8,75	7,66	
42	4	18	10,16	7,14	6,77	11,92	9,66	4,28	6,09	10,57	9,53	10,85	8,97	9,09	7,94	9,61	11,17	9,84	5,43	6,69				
42	5	14	11,92	9,66	4,28	6,42	5,95	9,01	8,73	9,08	7,58	5,98	4,95	6,59	9,07	9,35								
42	6	10	6,42	5,95	9,01	7,20	8,06	6,70	10,38	5,20	9,55	9,35												
42	7	21	7,20	8,06	6,70	4,42	7,80	9,98	9,80	10,25	6,93	5,71	6,09	7,26	8,66	7,81	4,57	7,62	7,00	10,29	5,79	6,14	11,80	
43	1	16	4,42	7,80	9,98	9,11	7,98	7,76	8,73	7,53	5,53	8,12	8,91	8,77	5,13	7,05	9,97	8,76						
43	2	13	9,11	7,98	7,76	6,98	11,65	9,06	6,08	9,25	8,98	9,44	8,23	6,20	9,57									
43	3	14	6,98	11,65	9,06	8,30	10,88	4,35	11,08	7,83	10,10	6,28	10,75	6,69	3,57	4,93								
43	4	20	8,30	10,88	4,35	5,97	7,07	9,03	8,83	10,28	6,96	6,25	7,39	8,38	6,31	9,16	7,58	9,20	8,43	6,24	9,05	5,11		
43	5	18	5,97	7,07	9,03	8,17	6,19	6,30	6,31	9,43	9,22	6,79	8,37	8,43	6,24	9,75	5,68	9,28	8,01	3,88				
43	6	15	8,17	6,19	6,30	5,92	8,58	7,09	6,94	6,86	7,57	9,87	7,90	7,96	5,88	9,49	8,89							

A tabela acima permite identificar que o número de ouriços varia entre árvores de classes de diâmetro diferentes. Ainda nessa linha de raciocínio, o número de castanhas varia por ouriço assim como a biomassa das castanhas evidenciando um processo de amostragem em três estágios. É possível observar que árvores com o mesmo número de ouriços apresentam diferenças no número de castanhas e peso das castanhas. Árvores com mesmo número de castanhas apresentam valores diferenciados no peso das castanhas, evidenciando que as unidades primárias, secundárias e terciárias variam de tamanho, configurando um processo de amostragem em três estágios com diferentes tamanhos entre as unidades amostradas.

4.5 APLICAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM

4.5.1 Censo

A população florestal foi composta 2.690.497 castanhas distribuídas em 168.706 ouriços vinculados a 1.134 árvores. A totalidade dos cálculos envolvendo o sistema de amostragem proposta ocuparia aproximadamente 3.500 páginas de anexo o que de certa forma prejudicaria a apresentação geral do trabalho. Em função disso, para facilitar a exposição dos resultados, apresenta-se nesse item apenas parte dos cálculos. Cita-se também que a discussão dos resultados será realizada visando identificar aspectos fisiológicos e ecológicos que afetam o resultados proposto pelos estimadores desse sistema. Essa decisão foi tomada devido à importância de identificar as fontes de variação quando diante de uma nova metodologia de amostragem.

4.5.2 Médias

O peso médio de castanhas por ouriço ($\bar{X}_{ij.}$) é apresentado na Tabela 8. Considerou-se nessa tabela somente os ouriços de duas árvores da população florestal.

TABELA 8 – PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR OURIÇO

N	O_i	$\bar{X}_{ij. (g)}$
33	1	8,40
	2	7,99
	3	8,57
	4	7,77
	5	8,51
	6	7,32
	7	8,40
109	1	8,05
	2	7,29
	3	7,48
	4	8,24
	5	8,17
	6	8,40
	7	8,62
	8	8,44
	9	8,35
	10	7,83
	11	7,99
	12	7,89
	13	8,59
	14	7,80
	15	7,34
	16	7,62
	17	8,40
	18	8,24
	19	8,15
	20	7,86
	21	8,63
22	7,48	
23	8,33	
24	8,61	
25	7,92	
26	8,35	
27	8,08	
28	8,75	

Os resultados apresentados na Tabela 8, embora estejam condicionados a um método de simulação, são bastante semelhantes com os resultados mencionados na literatura. Salomão (2005) menciona que o peso médio de castanha por ouriço na mesma região de estudo desse trabalho foi de 9 gramas. A similaridade dos resultados apresentados nesse estudo com a de estudos semelhantes na Amazônia mostram que os critérios adotados na geração dos resultados são dotados de realismo biológico, caracterizando um importante ferramenta para modelar a variável de interesse.

Os fatores que interferem na biomassa das castanhas são bastante discutidas por Moritz (1984), citado por Braga (2007). Para esse autor, quanto maior a taxa de fecundação mais tempo os frutos ficam ligados à planta-mãe e esses acabam por serem maiores e mais pesados, quando comparado aos que caem antes. 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 (MORITZ, 1984, citado por BRAGA, 2007).

Durante o período entre a polinização e a maturação do fruto e semente, uma ampla variação de causas pode provocar a queda dos frutos ou, na sua sobrevivência devido a óvulos defeituosos, aborto do óvulo ou do embrião (SWEET, 1963).

Em virtude desta variação, percebe-se que o número das sementes está associado às suas biomassas, sendo essa variação uma importante fonte de estudos na condução e aplicação do sistema de amostragem proposto neste estudo. Ainda sobre o tema em apreço, percebe-se que o plano amostral para avaliar o peso médio de castanhas por ouriço deve ser realizado em diversas épocas do ano em função dos fatores fisiológicos mencionados por Moritz (1984).

Diante disto, como os dados coletados para pesquisa consideram apenas duas coletas é possível que isso interfira nos resultados obtidos na aplicação deste sistema.

Posteriormente, calculou-se o número médio de castanhas por ouriço em cada árvore (\bar{C}_i), conforme apresente a Tabela 9.

TABELA 9 – NÚMERO MÉDIO DE CASTANHAS POR OURIÇO EM 100 ÁRVORES

N	\bar{C}_i	N	\bar{C}_i	N	\bar{C}_i	N	\bar{C}_i
1	7	26	18	51	15	76	17
2	19	27	12	52	16	77	17
3	9	28	12	53	15	78	17
4	21	29	18	54	18	79	18
5	18	30	21	55	15	80	16
6	15	31	19	56	16	81	15
7	10	32	13	57	16	82	16
8	14	33	17	58	14	83	17
9	15	34	16	59	17	84	17
10	15	35	14	60	16	85	14
11	13	36	15	61	15	86	15
12	19	37	15	62	16	87	17
13	16	38	16	63	18	88	16
14	11	39	15	64	15	89	17
15	11	40	17	65	17	90	14
16	18	41	16	66	18	91	16
17	19	42	17	67	15	92	14
18	14	43	16	68	16	93	16
19	16	44	16	69	17	94	15
20	13	45	16	70	14	95	16
21	15	46	15	71	16	96	18
22	18	47	15	72	16	97	18
23	15	48	14	73	16	98	17
24	16	49	17	74	17	99	17
25	13	50	16	75	15	100	16

Em relação ao número médio de castanhas por ouriço em cada árvore, os resultados variam de 7 até 21 castanhas por ouriço. Esse resultado, embora tenha sido obtido por simulação, é bastante próximo ao que se relata em diversas pesquisas realizadas na Amazônia. Gribel (2006) afirma que o número médio de castanhas por ouriço não apresenta diferenças significativas ao nível de 95 % de confiança. Para chegar a essa conclusão, o autor pesou 1.389 castanhas oriundas de 857 ouriços de 229 árvores em 31 castanhais da região Amazônica. Os resultados obtidos por Gribel (2006) são resumidos na Figura 20.

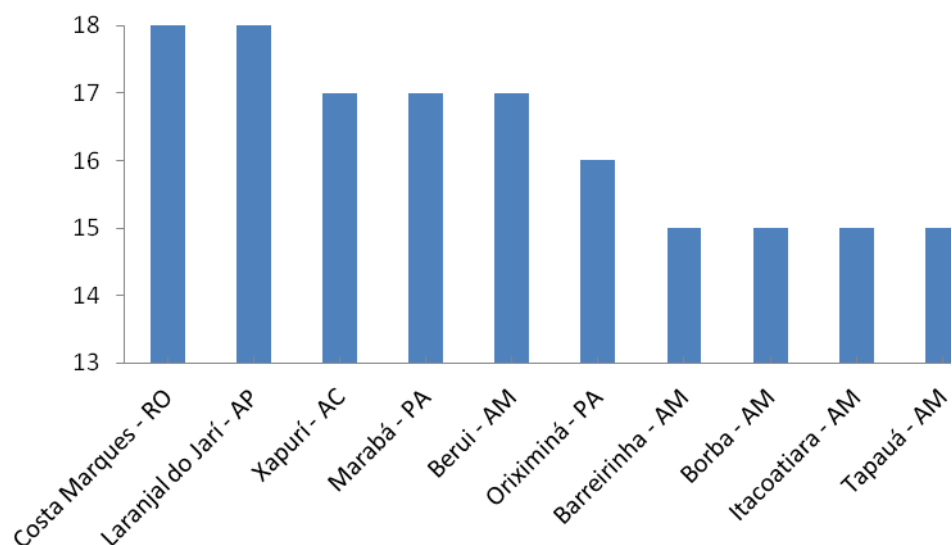


FIGURA 20 – NÚMERO DE CASTANHAS POR OURIÇO
 FONTE: adaptado de GRIBEL (2007).

É possível identificar que na região de Oriximiná-PA (município no qual a Flona e a Rebio estão inseridas) o número médio de castanhas por ouriço é 16 unidades. Essa mesma informação é corroborada por Salomão (2006), que afirma ser o número médio de castanhas por ouriço avaliado no platô Almeidas também de 16 unidades. Em referência a essa probabilidade, fica evidente que os dados simulados neste estudo são bastante condizentes com outros estudos realizados na região amazônica.

A diferença no número de castanhas por fruto, de acordo com Moritz (1984), está relacionada com a taxa de fecundação de óvulos. O mesmo autor reporta que apenas 80 – 85% dos óvulos fertilizados podem se desenvolver. Mais uma vez percebe-se que a amostragem de castanhas deve ocorrer em diferentes épocas, visto que é possível identificar variação na taxa de fecundação de óvulos. Neste caso, é possível encontrar maior número de sementes em ouriços que estejam mais tempo conectados com o embrião.

A próxima etapa na aplicação do sistema de amostragem foi calcular o número de castanhas por castanheira (K_i) e o índice de variabilidade de castanhas por castanheira (w_i). A Tabela 10 mostra os resultados dessas estatísticas.

TABELA 10 – NÚMERO DE CASTANHAS POR CASTANHEIRA (K_i) E ÍNDICE DE VARIABILIDADE DE CASTANHAS POR CASTANHEIRAS (w_i)

Árvore	K_i	w_i
1	7,34307	0,00309
44	114,82	0,04839
135	428,97	0,1808
256	1.096,28	0,46206
342	2.056,72	0,86687
501	3.406,13	1,43563
609	4.783,59	2,0162
789	1.0617,1	4,47495
834	4.998,72	2,10688
909	3.622,48	1,52681
1001	688,776	0,29031
1115	13,9714	0,00589

Como se pode observar, a estatística w_i pondera o número de castanhas em cada árvore pelo número médio de castanhas por árvore (\bar{K}). Nesse caso, quanto maior o número de ouriços por árvore, maior será o número de castanhas e, conseqüentemente, maior será o índice de variabilidade de castanha por castanheira.

Considerando que o número médio de castanhas por castanheira é dado pela fórmula:

$$\bar{K} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{C_{ij}} K_i$$

Substituindo os valores, tem-se:

$$\bar{K} = \frac{1}{1.134} \times 2.690.090$$

ou seja,

$$\bar{K} = 2.372 \text{ castanhas por árvore.}$$

O número total de castanhas na floresta (X) foi obtido pela seguinte expressão:

$$X = \sum_{i=1}^N K_i = N \bar{K}$$

Substituindo os valores, tem-se:

$$X = 2.690.090 \text{ castanhas.}$$

que é igual a:

$$X = N \bar{K}$$

ou seja:

$$X = 1.134 \times 2.372,21$$

$$X = 2.690.090 \text{ castanhas.}$$

O peso médio de castanhas por ouriço ($\bar{U}_{ij.}$) também foi obtido por ponderação. Neste caso, o peso das castanhas ponderado pelo índice de variabilidade de castanhas por ouriço, é dado por:

$$U_{ijk} = \frac{C_{ij.}}{C_i.} X_{ijk}$$

A Tabela 11 apresenta o resultado do índice de variabilidade de castanhas do primeiro ouriço da árvore 33. Considerando que o número médio de castanhas por ouriço dessa árvore é igual a 16,52 e que esse ouriço possui 16 castanhas, tem-se que:

$$\frac{C_{ij.}}{C_i.} = \frac{16}{16,52} = 0,96$$

Multiplicando esse índice por cada castanha desses ouriços, obtém-se o somatório acumulado de $\frac{C_{ij.}}{C_i.} X_{ijk}$, conforme indicado a seguir.

TABELA 11 – PESO DAS CASTANHAS PONDERADO PELO ÍNDICE DE VARIABILIDADE
 CASTANHAS POR OURIÇO – U_{ijk}

X_{ijk} (g)	$\frac{C_{ij}}{C_i} X_{ijk}$ (g)
12,18	11,38
7,25	6,77
7,45	6,96
8,18	7,65
10,13	9,46
9,49	8,87
9,45	8,83
11,21	10,48
6,70	6,26
6,74	6,30
7,69	7,19
9,51	8,89
7,30	6,83
9,60	8,97
7,91	7,39
12,18	11,38
Σ	114,84 gramas

Após o cálculo do índice de variabilidade das castanhas por ouriço, obteve-se o peso médio das castanhas por ouriço ($\bar{U}_{ij.}$), mediante aplicação da expressão:

$$\bar{U}_{ij.} = \frac{1}{C_{ij}} \sum_{k=1}^{C_{ij}} U_{ijk}$$

ou seja:

$$\bar{U}_{ij.} = \frac{1}{16} 114,84$$

Assim, tem-se que:

$$\bar{U}_{ij.} = 7,17 \text{ gramas}$$

Posteriormente, obteve-se o peso médio das castanhas por castanheira ($\bar{X}_{i..}$), pela seguinte expressão:

$$\bar{X}_{i..} = \frac{\sum_{j=1}^{O_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}}{\sum_{i=1}^{O_i} C_{ij}}$$

A Tabela 12 apresenta o peso médio das castanhas por castanheira.

TABELA 12 - PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR CASTANHEIRA DE 100 ÁRVORES

N	$\bar{X}_{i..}$ (g)	N	$\bar{X}_{i..}$ (g)	N	$\bar{X}_{i..}$ (g)	N	$\bar{X}_{i..}$ (g)
1	8,29	26	7,69	51	7,95	76	8,07
2	8,60	27	8,43	52	8,37	77	7,90
3	8,05	28	8,22	53	7,80	78	7,95
4	8,02	29	8,04	54	7,71	79	7,74
5	9,00	30	7,66	55	7,92	80	8,17
6	7,35	31	7,96	56	8,20	81	7,92
7	9,43	32	7,62	57	8,12	82	7,94
8	9,19	33	8,18	58	8,15	83	7,84
9	8,27	34	8,08	59	7,96	84	7,90
10	7,76	35	8,10	60	7,68	85	7,59
11	7,82	36	7,77	61	8,07	86	8,11
12	8,11	37	7,65	62	8,04	87	7,69
13	7,82	38	7,97	63	7,86	88	7,70
14	8,08	39	8,36	64	8,05	89	7,99
15	8,07	40	7,90	65	8,25	90	8,10
16	7,20	41	8,11	66	7,89	91	8,10
17	8,45	42	7,81	67	8,05	92	8,65
18	7,91	43	7,87	68	8,08	93	8,21
19	7,59	44	7,94	69	7,96	94	7,49
20	7,35	45	8,20	70	8,18	95	8,01
21	7,27	46	7,46	71	7,90	96	8,02
22	7,82	47	8,25	72	7,91	97	8,06
23	7,44	48	7,48	73	7,97	98	8,02
24	7,52	49	8,02	74	7,94	99	7,61
25	9,40	50	7,98	75	8,13	100	7,63

Os dados apresentados nesta tabela são bastante semelhantes ao estudo desenvolvido por Kainer *et al*, (1999). Tal autora encontrou variação no peso de sementes entre dez progênies coletadas em Xapuri, Acre. Segundo autora a média do peso de castanhas de 9,8 g (mínimo de 7,0 e máximo de 12,3 g).

O próximo passo foi a determinação do peso médio das castanhas na população (\bar{X}). Considerando que:

$$\bar{X} = \bar{X}_{\dots} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij}}$$

Sendo $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} \sum_{k=1}^{C_{ij}} X_{ijk}$ igual a 21.520.466,47 gramas e que $\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{O_i} C_{ij}$ é igual a 2.690.090 castanhas.

Substituindo os termos tem-se:

$$\bar{X} = \bar{X}_{\dots} = \frac{21.520.466}{2.690.090}$$

$$\bar{X} = \bar{X}_{\dots} = 8,00 \text{ gramas}$$

O peso da castanha é a variável que norteou todo escopo e desenvolvimento do sistema de amostragem. Essa variável, ora é dada em função do peso médio de castanhas entre ouriços, ora por árvore e por fim na população. Diante disso, percebe-se que essa média apresenta pouca flutuação ao longo dos estágios. Para caracterizar a variação do peso das castanhas ao longo dos estágios, apresenta-se a seguir os resultados da variância da população em cada estágio proposto no sistema de amostragem.

4.5.3. Variâncias

A variância do peso médio das castanhas por castanheira é dada:

$$S_{cx}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i}{K} \bar{X}_{i\cdot\cdot} - \bar{X} \right)^2$$

Substituindo os termos na expressão $\sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{X}_{i..} - \bar{X} \right)^2$ tem-se o resultado apresentado na Tabela 13.

TABELA 13– VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DE CASTANHAS POR CASTANHEIRA

N	$\frac{K_i}{\bar{K}}$	$\bar{X}_{i..}$	$\left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{X}_{i..} - \bar{X} \right)^2$
1	0,0031	8,2941	63,5899
2	0,0081	8,5990	62,8893
3	0,0038	8,0466	63,5146
4	0,0088	8,0222	62,8737
5	0,0078	8,9997	62,8880
6	0,0061	7,3482	63,2792
7	0,0040	9,4292	63,3972
8	0,0060	9,1935	63,1247
9	0,0063	8,2730	63,1745
10	0,0065	7,7581	63,1919
11	0,0054	7,8249	63,3267
12	0,0082	8,1083	62,9460
13	0,0066	7,8241	63,1824
14	0,0046	8,0760	63,4017
15	0,0046	8,0659	63,4082
16	0,0075	7,1976	63,1419
17	0,0079	8,4466	62,9364
18	0,0061	7,9141	63,2321
19	0,0069	7,5892	63,1690
20	0,0056	7,3487	63,3386
21	0,0065	7,2671	63,2451
22	0,0076	7,8180	63,0519
23	0,0062	7,4434	63,2666
24	0,0068	7,5185	63,1901
25	0,0053	9,4045	63,2035
26	0,0076	7,6930	63,0730
27	0,0050	8,4276	63,3279
28	0,0051	8,2183	63,3371
29	0,0075	8,0399	63,0333
30	0,0090	7,6612	62,9032
31	0,0078	7,9639	63,0047
32	0,0056	7,6204	63,3217
33	0,0488	8,1817	57,7768
34	0,0481	8,0768	57,9350
35	0,0412	8,1014	58,7653

N	$\frac{K_i}{\bar{K}}$	$\bar{X}_{i..}$	$\left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{X}_{i..} - \bar{X}\right)^2$
36	0,0452	7,7743	58,4957
37	0,0437	7,6475	58,7622
38	0,0478	7,9656	58,0542
39	0,0438	8,3636	58,2688
40	0,0507	7,9009	57,7510
41	0,0481	8,1118	57,9078
42	0,0491	7,8104	58,0123
43	0,0472	7,8718	58,1984
44	0,0484	7,9429	57,9975
45	0,0473	8,2020	57,9454
46	0,0454	7,4552	58,7045
47	0,0443	8,2474	58,2888
48	0,0430	7,4776	58,9572
49	0,0483	8,0246	57,9473
50	0,0502	7,9755	57,7571
...
1.134	0,0068	7,7220	63,1607
$\sum_{i=1}^N$			48.668,68

Reaplicando os termos na função da variância, tem-se que,

$$S_{cx}^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \left(\frac{K_i}{\bar{K}} \bar{X}_{i..} - \bar{X} \right)^2$$

$$S_{cx}^2 = \frac{1}{1.133-1} \times 48.668,68$$

$$S_{cx}^2 = 42,95 \text{ (gr)}^2$$

A variância do peso médio das castanhas por ouriço entre árvores é dada por:

$$S_{ix}^2 = \frac{1}{O_i-1} \sum_{j=1}^{O_i} \left(\frac{C_{ij}}{\bar{C}_i} \bar{X}_{ij.} - \bar{X}_{i.} \right)^2$$

Para facilitar a apresentação do resultado desse parâmetro, será apresentado a seguir somente o procedimento da variância entre ouriços da primeira árvore

(Tabela 14). Para esse cálculo, considera-se que o número médio de castanhas (\bar{C}_i) nessa árvore, é igual a 16,52 unidades, e que o peso médio das castanhas dessa árvore é igual a 8,19 gramas.

TABELA 14 – PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO

N	C_{ij}	$\bar{X}_{ij} \text{ (g)}$	$\left(\frac{C_{ij}}{\bar{C}_i} \bar{X}_{ij} - \bar{X}_i \right)^2$
33	15	8,72	0,0014
	19	8,40	2,2613
	19	7,99	1,0285
	15	8,57	0,3604
	14	7,77	3,0402
	18	8,51	0,9482
	16	7,32	1,2153
Σ			8,8555

Substituindo o somatório acumulado na formula da da variância tem-se que:

$$S_{ix}^2 = \frac{1}{7-1} 8,8555$$

Ou seja:

$$S_{ix}^2 = 1,4759 \text{ (g)}^2$$

Para se ter uma idéia da comparação dessa estatística entre outras árvores, apresenta-se na Tabela 15, o resultado dessa estatística para a árvore 34. Neste caso, considera-se que o número médio de castanhas (\bar{C}_i) nessa árvore, é igual a 16,03 unidades, e que o peso médio das castanhas dessa árvore é igual a 8,08 gramas.

TABELA 15 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO

N	C_{ij}	$\bar{X}_{ij} \text{ (g)}$	$\left(\frac{C_{ij}}{C_i} \bar{X}_{ij} - \bar{X}_i \right)^2$
34	14	18,66	2,2097
	18	17,56	0,1866
	15	8,25	0,4348
	17	8,68	0,1876
	17	8,55	0,1745
	16	7,92	0,0804
	18	8,39	0,3355
Σ			3,6095

Substituindo o somatório acumulado na formulada da variância, tem-se que:

$$S_{ix}^2 = \frac{1}{7-1} 3,6095$$

Ou seja:

$$S_{ix}^2 = 0,6015 \text{ (g)}^2$$

Como se observa existe variabilidade entre os ouriços de uma mesma árvore o que de certa forma justifica a inclusão do segundo nível de amostragem. Observa-se que essa variação ocorre mesmo quando se analisa árvores com número igual de ouriços.

Posteriormente, calculou-se a variância do peso das castanhas dentro dos ouriços. Para facilitar a apresentação desse parâmetro, será apresentada a sequência dos cálculos somente para o primeiro ouriço (Tabela 15).

Nessas circunstâncias, considerando o peso médio das castanhas do primeiro ouriço igual a 5,56 gramas e, ainda, considerando o peso individual de cada castanha (K) e o número de castanhas por ouriço igual a 7 unidades, tem-se as informações necessárias para calcular a variância (Tabela 16).

TABELA 16 - VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO

N	Primeiro Ouriço	\bar{X}_{ij}	$(X_{ijk} - \bar{X}_{ij})^2$
33	12,18	8,72	11,9428
	7,25		2,168129
	7,45		1,612683
	8,18		0,290675
	10,13		1,975233
	9,49		0,595491
	9,45		0,535483
	11,21		6,207021
	6,70		4,09557
	6,74		3,921779
	7,69		1,063265
	9,51		0,619177
	7,30		2,008547
	9,60		0,769536
	7,91		0,655218
	Σ	38,46061	

$$S_{ijx}^2 = \frac{1}{15-1} 38,4606$$

ou seja:

$$S_{ijx}^2 = 2,5640 \text{ (g)}^2$$

A Tabela 17 mostra o resultado da variância dentro de todos os ouriços da árvore 33. Nota-se que a variabilidade existente dentro dos ouriços justifica a inclusão do terceiro estágio na amostragem.

TABELA 17 - VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS DENTRO DOS OURIÇOS

O_i	$S_{ijx}^2 \text{ g}^2$
1	2,5640
2	2,2428
3	2,0095
4	4,6852
5	3,6242
6	3,9675
7	3,6732

De posse disso, obtiveram-se todas as informações referentes à tendência central do peso das castanhas e da variabilidade do peso das castanhas em todos os níveis da população.

4.5.4 Amostragem

A amostragem foi realizada em todos os estágios da população. Do total de 1.134 árvores foram selecionados 16 indivíduos distribuídos aleatoriamente dentro de cada classe diamétrica. Em cada árvore foram selecionados três ouriços por árvore. Em cada ouriço amostrou-se de 4 castanhas. Portanto, os estimadores das médias serão obtidos como segue:

4.5.5 Médias

A Tabela 18 mostra o peso médio das castanhas por ouriço na amostragem - (\bar{x}_{ij}) .

TABELA 18 – PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR OURIÇO NA AMOSTRAGEM

n	o_i	\bar{x}_{ij} (g)
36	1	7,32
	2	8,33
	3	8,22
111	1	5,93
	2	6,61
	3	8,59
227	1	7,71
	2	7,83
	3	7,86
367	1	7,66
	2	7,89
	3	7,08

Posteriormente, calculou-se o peso médio das castanhas por castanheira, pela seguinte expressão:

$$\bar{\bar{u}}_i = \frac{1}{o_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{C_{ij}}{C_i} \bar{x}_{ij} .$$

A Tabela 19 mostra o resultado para tal estatística para as 14 árvores amostradas.

TABELA 19 - PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR CASTANHEIRA

n	$\bar{\bar{u}}_i$ (g)
6	8,74
36	7,61
111	8,24
227	9,12
367	8,04
498	8,11

n	\bar{u}_i _(g)
596	7,97
710	8,00
796	7,96
884	7,96
945	8,02
1005	8,09
1033	8,71
1127	8,97

O peso médio das castanhas no total das 14 castanheiras amostradas na população é dado por: $\bar{u} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \bar{u}_i$

Considerando que $\sum_{i=1}^n w_i \bar{u}_i$ é igual á 118,98, reaplicando os termos na equação obtém-se que:

$$\bar{u} = \frac{1}{14} 118,986$$

$$\bar{u} = 8,5 \text{ gramas.}$$

Como se pode observar, o peso médio das n castanhas amostradas é ligeiramente superior ao peso médio das castanhas obtido na população (8 gramas). Isso mostra que o levantamento por amostragem para essa variável apresenta resultados bastante condizentes com o que foi obtido na população.

A Tabela 20 apresenta o procedimento do cálculo do peso médio das castanhas amostradas nas 16 árvores.

TABELA 20 – PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS POR CASTANHEIRA

N	w_i	\bar{u}_i	$w_i \bar{u}_i$
1	0,56926	6,0006	3,4159
2	1,201771	6,734	8,0927
3	1,13852	8,074	9,1924
4	0,948767	6,9656	6,6087
5	0,948767	7,0511	6,6898

N	w_i	\bar{u}_i	$w_i \bar{u}_i$
6	1,075269	7,0885	7,6220
7	1,328273	6,8062	9,0404
8	1,13852	6,3021	7,1750
9	1,012018	6,0505	6,1232
10	0,948767	6,9172	6,5628
11	1,012018	6,2161	6,2908
12	0,885515	7,0662	6,2572
13	1,012018	6,1891	6,2634
14	0,822264	7,2015	5,9215
15	1,075269	7,94	8,5376
16	0,885515	8,6076	7,6221
Σ			118,986

4.5.6 Estimadores das variâncias

A estimativa da variância do peso médio das castanhas entre castanheiras foi obtida pela seguinte expressão:

$$s_{cx}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i \bar{x}_i - \bar{x})^2$$

Considerando que \bar{x} é igual a 8,06 gramas e que $\sum_{i=1}^n (w_i \bar{x}_i - \bar{x})^2$ é igual á 649,0522, reescrevendo os termos na equação, tem-se que: $s_{cx}^2 = \frac{1}{14-1} 649,0555$

ou seja:

$$s_{cx}^2 = 49,92 \text{ (g)}^2$$

Como se observa, a variância do peso das castanhas entre as castanheiras é maior na amostragem comparando-se com a da população que foi de 42,95 (gr)².

A Tabela 21 mostra o procedimento de cálculo da estatística supracitada.

TABELA 21 – PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MEDIO DAS CASTANHAS ENTRE CASTANHEIRAS

\bar{x}_i	w_i	$(w_i \bar{x}_i - \bar{x})^2$
7,73	0,0061	64,19955
8,46	0,0452	58,9365
7,48	0,178	45,1870
7,71	0,4647	20,0348
7,51	0,8880	1,94434
8,30	1,4156	13,6109
8,31	1,987	71,5329
8,66	2,2927	139,360
7,70	2,1458	71,4697
7,21	1,5658	10,4280
8,76	0,801	1,0855
8,92	0,290	29,9179
7,94	0,0624	57,2216
7,86	0,0066	64,1229
Σ		649,0522

A variância do peso médio das castanhas entre ouriços em cada castanheira será apresentada somente para a árvore 36. A Tabela 22 mostra em detalhes o procedimento do cálculo. Dessa forma, considerando que o peso médio das castanhas por árvore na amostragem é igual a 7,13 gramas.

TABELA 22– PROCEDIMENTO DE CÁLCULO DA VARIÂNCIA DO PESO MEDIO DAS CASTANHAS ENTRE CASTANHEIRAS

C_{ij}	\bar{x}_{ij}	$\left(\frac{C_{ij}}{C_i} \bar{x}_{ij} - \bar{x}_i\right)^2$
12	7,32	1,5141
17	8,33	5,4737
17	8,22	4,2884
Σ		11,2662

Substituindo, tem se que:

$$s_{ix}^2 = \frac{1}{3-1} 11,2662$$

Ou seja:

$$s_{ix}^2 = 5,63 \text{ (g)}^2$$

A variância entre os ouriços dessa mesma árvore na população foi de 2,7863 (g)². Isso mostra que as variâncias estimadas na amostragem foram maiores quando comparadas com a da população.

Posteriormente, calculou-se a estimativa da variância do peso das castanhas dentro dos ouriços. A Tabela 23 mostra o procedimento para cálculo da estimativa da variância entre as castanhas dentro do primeiro ouriço da árvore 36.

TABELA 23 – VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS ENTRE OURIÇOS EM CADA ÁRVORE AMOSTRADA

x_{ijk}	\bar{x}_{ij}	$(x_{ijk} - \bar{x}_{ij})^2$
6,30	7,32	1,0312
5,80		2,3203
7,95		0,4076
9,23		3,6412
Σ		7,3903

Substituindo na fórmula da variância, tem-se que:

$$s_{ijx}^2 = \frac{1}{4-1} 7,3903$$

Ou seja:

$$s_{ijx}^2 = 2,46 \text{ (g)}^2$$

A Tabela 24 mostra a variância estimada para todos os ouriços amostrados dessa árvore.

TABELA 24– VARIÂNCIA DO PESO MÉDIO DAS CASTANHAS DENTRO DOS OURIÇOS

O_i	s_{ijx}^2 (gr) ²
1	2,4634
2	12,0345
3	8,1137

Com exceção do primeiro ouriço, observa-se que durante amostragem o peso individual das castanhas afeta a variância do peso médio dentro dos ouriços. Isso ocorreu porque no segundo e terceiro ouriço foram observados castanhas com 12,43 g e 10,43 g o que certamente contribuíram na elevação do valor calculado para essa estatística.

Tanto no censo como na amostragem, as estimativas da variância ao longo dos estágios foram baixas. Esse fato pode estar associado aos critérios adotados na simulação do peso das castanhas.

4.5.7 Variância da Média

A variância da média em função dos parâmetros da população foi obtida como segue:

$$V_{\left(\frac{\hat{x}}{N}\right)} = \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right) S_{cx}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i}\right) S_{ix}^2 + \frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{O_i} \frac{O_i^2}{O_i^2} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}}\right) S_{ijk}^2$$

Para facilitar a apresentação deste resultado, será apresentado o procedimento de cada etapa do cálculo, conforme mostra a Tabela 25.

TABELA 25– PROCEDIMENTO PARA O CÁLCULO DA VARIÂNCIA DA MÉDIA DA POPULAÇÃO

População	Peso g ²	Amostra	Peso g ²
$\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right)S_{cx}^2$	3,029982	$\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{N}\right)s_{cx}^2$	3,522193
$\frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i}\right) S_{ix}^2$	0,000255	$\frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n w_i^2 \left(\frac{1}{c_i} - \frac{1}{C_i}\right) s_{ix}^2 + \frac{1}{nN}$	0,000466
$\frac{1}{nN} \sum_{i=1}^N \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{O_i^2}{O_{ij}^2} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}}\right) S_{ijk}^2$	0,000812	$\frac{1}{nN} \sum_{i=1}^n \frac{w_i^2}{o_i O_i} \sum_{j=1}^{o_i} \frac{O_i^2}{O_{ij}^2} \left(\frac{1}{c_{ij}} - \frac{1}{C_{ij}}\right) s_{ijk}^2$	0,001004

Ou seja,

A variância da média da população é dada por:

$$V_{(\hat{X})} = 3,029982 + 0,000255 + 0,000812$$

Sendo,

$$V_{(\hat{X})} = 3,0310 \text{ (g)}^2$$

Já a variância da média da amostra, é dada por:

$$v_{(\bar{x})} = 3,523663 + 0,000466 + 0,001004$$

Ou seja,

$$v_{(\bar{x})} = 3,5236 \text{ (g)}^2$$

O erro padrão da amostragem, ou precisão do levantamento da produção de castanhas em uma população pré-especificada foi obtido da seguinte forma:

$$s_{(\bar{x})} = \sqrt{3,5236}$$

Ou seja,

$$s_{(\bar{x})} = 1,8771 \text{ gramas}$$

É possível notar que a variância da média calculada em função dos parâmetros da população é bastante próxima da variância da média da

amostragem. Isso prova que o sistema de amostragem em multiestagio é bastante eficiente para avaliar o peso das castanhas em uma população hierarquicamente estratificada.

4.5.8 Utilização do Sistema de Amostragem

Uma das perguntas que se faz ao final de uma pesquisa como esta, diz respeito sobre a utilização do sistema de amostragem. Sobre o tema em apreço, apresenta-se nesse item uma possível aplicação real do sistema de amostragem desenvolvido.

A Castanha do Brasil é uma espécie protegida por lei. Diante dessa premissa, diversas ações são conduzidas com vista à manutenção e a renovação dos castanhais nativos. Tais ações são geralmente instrumentalizadas com a criação de bancos germoplasma, que em linhas gerais, visam resguardar o patrimônio genético para as futuras gerações.

O escopo das atividades que norteiam a criação de banco de germoplasma tem na sua origem um problema estatístico, vinculado a métodos e processos de amostragem. Conhecer a magnitude da variância associada ao sistema de inventário torna-se fundamental para nortear qualquer processo de seleção.

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, fica evidente que a variabilidade da castanheira está intrínseca a cada componente morfológico. Dessa forma, manejar essa variabilidade pode definir uma estratégia de seleção. Em outras palavras, as variâncias associadas aos estágios da amostragem podem ser utilizadas para nortear a seleção de matrizes. Outra contribuição dessa pesquisa é que, conhecendo a magnitude da variabilidade, podem-se gerar informações a respeito da estrutura genética de populações naturais e do sistema de cruzamento da castanheira que permitirão a compreensão dos mecanismos de reprodução da espécie.

Outra possível aplicação desse sistema está relacionada à valoração dos recursos não madeireiros, neste caso a produção de castanhas. Dessa forma, é mister mencionar que as definições sobre a valoração de tais recursos não seguem

nenhum protocolo de amostragem específico. Essa preocupação também é apontada por Nogueira e Rodrigues (2007). Para esses autores, a valoração econômica depara-se com dificuldades operacionais decorrentes de concepções distintas derivadas da Engenharia Florestal, quando do estabelecimento de inventários florestais. Essa dificuldade é mencionada devido à inexistência de sistemas de amostragem que permitam obter estimativas de produção dos não madeireiros, tais como castanha, óleo-resina de copaíba, semente de andiroba e outros.

Mediante estas considerações, a valoração dos recursos não madeireiros quase sempre é pautada mediante pesquisas socioeconômicas. Essas pesquisas geralmente apontam somente valores médios para a valoração dos recursos florestais. Nesse caso, percebe-se claramente que o desconhecimento da variabilidade da variável de interesse (peso ou quantidade do produto a ser valorado) pode mascarar os resultados gerados.

Um exemplo real seria aplicar este trabalho em florestas submetidas a processos de concessão florestal. Dessa forma, aplicando o sistema de amostragem apresentado neste estudo, é possível estimar a valoração das castanheiras de forma a auxiliar na determinação dos preços dessas concessões. Não somente, uma ferramenta poderosa contra o desmatamento, a valoração coloca em termos monetários a seriedade dos bens e serviços florestais, permitindo, assim, a criação de políticas florestais mais eficientes.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A variabilidade da castanheira, embora seja bastante complexa, pode ser conhecida aplicando-se o sistema de amostragem sugerido nesse trabalho. Disso, conclui-se que o presente estudo atendeu os objetivos dessa pesquisa.

A principal dificuldade na elaboração e aplicação de novas metodologias de amostragem refere-se à obtenção dos dados. No caso dos produtos florestais não madeireiros essa dificuldade é bastante acentuada, visto que fatores ambientais e sociais interferem na elaboração e aplicação de novas metodologias amostrais.

Considerando que os dados utilizados para ilustrar o sistema de amostragem proposto nesse trabalho foram oriundos de simuladores, percebe-se que os mesmos apresentaram resultados bastante satisfatórios, visto que produziram resultados bastante similares a outros trabalhos desenvolvidos na Amazônia.

Concluí-se, portanto, que a utilização de simuladores é uma poderosa ferramenta para modelar as variáveis de interesse na elaboração e aplicação do sistema de amostragem. Diante disso, a função proposta por Weibull apresentou elevado potencial para simulação das variáveis dendrométricas da castanheira.

O desenvolvimento do sistema no arranjo amostral em multiestágios apresentou elevado potencial para a avaliação do peso das castanhas. Essa conclusão é embasada em função da possibilidade de estimar os valores médios e as variâncias ao longo dos estágios, captando dessa forma, a variabilidade da referida espécie. Diante disso, conclui-se que as ponderações inseridas no desenvolvimento do sistema foram bastante apropriadas pois permitiram compreender a estrutura da variância nos níveis de amostragem.

Considerando que a variância decresce ao longo dos estágios, ou seja: $S_{cx}^2 > S_{ix}^2 > S_{ijx}^2$, torna-se mais vantajoso intensificar a amostragem no primeiro estágio,

visto que esse apresenta maior variabilidade. Dessa forma, partindo de um erro admissível a um determinado nível de probabilidade pré especificado, é possível estabelecer intensidades amostrais para cada estágio, visando à elaboração de um inventário florestal para quantificar o estoque de castanha na floresta.

A investigação científica envolvendo castanheira, quase sempre visa o estudo de aspectos atrelados à silvicultura das castanheiras. Tais estudos são de extrema importância, pois apontam as fontes de variações que afetam os estimadores proposto nesse trabalho. No entanto, a lacuna existente na avaliação quantitativa do recurso florestal não madeireiro deixa a desejar. Essa carência de estudos de certa forma acontece devido à complexidade de estimar as variáveis de interesse. Na castanheira, essa complexidade é bastante visível, uma vez que as castanhas podem ser obtidas dentro de ouriços, entre ouriços e entre árvores.

Seguindo essa linha de raciocínio, os dados obtidos possibilitarão o levantamento de diretrizes para a conservação in situ e ex situ, também como a exploração sustentada desse valioso recurso florestal Amazônico.

Tendo as diferentes fontes de literatura que reportam os diversos fatores que afetam a produção de castanhas, recomenda-se que a amostragem de castanhas seja realizada em épocas distintas, visando validar o desempenho do presente sistema de amostragem, uma vez que a queda dos ouriços acontece em épocas diferentes.

O estudo do espaço amostral é o caminho para a investigação detalhada sobre os fatores que afetam a produção de castanhas. Nesse contexto, a aplicação desse trabalho não pode ser realizada de forma isolada, ou seja, é necessário adequar o sistema de amostragem a realidade local, como por exemplo, o conhecimento tradicional dos castanheiros. Além disso, estudos de que envolvam a criação de sistemas de amostragem devem ser apoiados em pesquisas de outras naturezas, como por exemplo, os estudos fenológicos.

Na Rede Biológica Rio Trombetas, assim como outras unidades de conservação, a castanha é coletada mediante o caminhar em trilhas ou estrada da castanha. Dessa forma, recomenda-se que sejam utilizadas essas estradas na inclusão de mais um estágio na amostragem. Sendo assim, esse estágio deverá estar condicionado à seleção das árvores, caracterizando um processo de amostragem em quatro estágios. A inclusão desse novo estágio deverá garantir melhor representatividade espacial na seleção dos indivíduos.

Com o resultado dessa pesquisa, percebe-se que outros estudos podem ser desenvolvidos visando a elaboração de sistemas de amostragem. Dessa forma, a inclusão de ponderações, associada ao processo multietápico constitui-se em uma importante ferramenta no desenvolvimento de sistemas de amostragem, visando a quantificação de outros produtos não madeireiros.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A.N. **Zoneamento ecológico e econômico da Amazônia: questão de escala e método**. Revista Estudos Avançados 5: p. 4-20.USP, 1989.

ACEVEDO, R.; CASTRO, E. **Práticas agroextrativistas de grupos negros de Trombetas**. Papers do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos (NAEA), Universidade Federal de Belém, p. 46, 1999.

ARAUJO, M. M; OSAQUI, H; MELO, R. **Padrão de distribuição espacial de castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K), barragem do contado, Floresta Nacional de Carajás, Pará**. In: Simpósio Latino – Americano Sobre Manejo Florestal, 2001, Santa Maria. Anais, UFSM, 2001. p. 367-375.

BALICK, M.J. **New directions in the study of plants and people: research contributions from the Institute of Economic Botany**. New York: The New York Botanical Garden, 1990. v.8, p.130-150.

BALÈE, W; CAMPBELL, D.G. **Evidence successional status of liana forest (Xingú River Basin, Amazonian Brazil)**. Biotropica, pag. 36-47, 1990.

BOJANIC, A.J.H. **El balance es hermoso: desarrollo sostenible y los bosques de la Amazonas Boliviana**. Programa Manejo de Bosques de la Amazônia Boliviana (Serie Científica 3), Santa Cruz, Bolívia, 2001.

BORGES, L.M. **Amostragem aleatória de ramos como técnica para quantificar a produção de frutos de *Caryocar brasiliense* CAMB. (Caryocaraceae)**. Dissertação de Mestrado (Ciências Florestais) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Brasília, DF, 2009.

BRASIL, 2000. Casa Civil. Lei No 9.985. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2004-2006/2006/Lei/L9985.htm>. Acesso em: 05 set. 2011.

BRASIL. Casa Civil. Lei nº. 11.284, de 2 de março de 2006. **Gestão de Florestas Públicas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm>. Acesso em: 20 nov. 2011.

CLAT, J.W. Brazil nuts. **The use of a keystone species for conservation and development**. In: Freese, C.H. (Ed.). Harvesting Wild Species: Implications for Biodiversity Conservation. The John Hopking University Press, Baltimore, Maryland, USA, p. 246-282. 1997.

CLAY, J. W; SAMPAIO, P. T. B; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: INPA, 2000. 409 p.

COCHRAN, W.G. **Técnicas de Amostragem**. Editora Fundo da Cultura. Massachusetts, 1962.

DINIZ, T. D. A. S; BASTOS, T. X. **Contribuição ao conhecimento do clima típico da Castanha do Brasil**. IPEAN, p. 59-71 (Boletim Técnico, n. 064), Brasília, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Castanha do Brasil como fonte de renda nas áreas quilombolas de Oriximiná, PA**. Outubro, 2000.

FUNES, E.A. **Comunidades remanescentes dos Mocambos do Alto Trombetas. projeto manejo dos Territórios Quilombolas**. Departamento de História Universidade Federal do Ceará. Dezembro, Ano: 2000. Disponível em: <<http://www.cpis.org.br/comunidades/pdf/alto-trombetas.pdf>>.

GOULSON, D. **Foraging strategies of insects for gathering nectar and pollen, and implications for plant ecology and evolution**. *Perspect Plant Ecol. Evol System* 2/2: 185-209, 1999.

GRIBEL, R; LEMES, M. R; FERREIRA, R. L; MENICUCCI, T. A. **Implantação e caracterização genética de um banco de germoplasma de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Município de Oriximiná, Pará**. Relatório Técnico – Ano V.

HILBERT, K. **Salvamento arqueológico na região de Porto Trombetas – Pará**. Relatório. (Manusc. Inéd.) PUC/RS. 1990.

HOMMA, A.K.O. **As razões econômicas da destruição de um recurso natural: O caso de castanhais no sudeste paraense**. In: Congresso Mundial de Sociologia Rural, 10, Ano: 2000. Anais. Rio de Janeiro, 2000 p.1-15.

HUSCH, B; MILLER, C. I; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 3 ed. New York, The Ronald Press Company, 1982, 402 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas – PA**. Brasília, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Plano de Manejo da Floresta Nacional Saracá Taquerá – Oriximiná-PA**. Brasília, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de extração vegetal e da silvicultura**. Vol. 23. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Rio de Janeiro, Brasil, 2008. 47pp.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. (ICMBio). **Relatórios – Coordenação de Pesquisa. Ano: 2008.** Disponível em: <http://www4.icmbio.gov.br/flonasaraca/index.php?id_menu=138>.

JESSEN, J.R. **Determining the Fruit Count on a tree by Randomized Branch Sampling.** Revista Biometrics, Vol. 11, No. 1 (Mar., 1955), pp. 99-109

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

KAINER, K. A.; CYMERYYS, M.; WADT, L. H.; ARGOLO, V. **A Castanheira. Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica.** Disponível em:

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; GOMES-SILVA, D. A. P.; CAPANU, M. **Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes.** Journal of Tropical Ecology, Cambridge, GB, v. 22, p. 147-154, 2006.

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

MADOW, W.G. **Teoria dos Levantamentos por Amostragem.** IBGE. Rio de Janeiro, 1951.

MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da Castanha do Brasil.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1984, 20 p. (Embrapa Amazônia Oriental, Documentos, 29).

MAUÉS, M. M. **Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) in eastern Amazonian.** In: KEVAN P; IMPERATRIZ F. (Eds.).

MINERAÇÃO RIO DO NORTE (MRN). **Levantamento socioeconômico das comunidades tradicionais ao longo do Rio Trombetas.** Relatório Técnico. – STCP. Oriximiná – PA, Junho, 2009.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUARIA E ABASTECIMENTO. **Projeto de monitoramento da Castanha do Brasil. Relatório de atividades.** Brasília: MAPA, 2002,60p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA).; INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS (IBAMA). **Plano de Manejo da Reserva Biológica do Rio Trombetas.** Edições IBAMA. Brasília – DF, Julho de 2004.

MULLER, C. H; FIQUEIREDO, F. J. C; KATO, A. K; CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B. **Castanha do Brasil.** Brasília: Embrapa SPI, 1995, 65 p. (Coleção plantar).

MORI, S. A; PRANCE, G. T. **Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Humb & Bonpl: Lecythidaceae)**. In: PRANCE,

NOGUEIRA, J.M; RODRIGUES, A. A. **Manual de Valoração Econômica de Florestas Nacionais**. Instituto NEPAMA – FUNTEC, 2007.

ORTIZ, E.G. 2002. **Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*)**. In: Shanley, P.; Pierce, A.R.; Laird, A.R.; Guillen, A. (Eds.). Tapping the green market: certification & management of non-timber forest products. Earthsan Publications Ltd., Londres, Reino Unido. p. 61-74.

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

PÉLLICO NETTO, S; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba, 1997. 316 p.

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

PETERS, C. M. **Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist Forest: an ecological primer**. Biodiversity Support Programme, WWF, Washington, USA. 1994. 44p.

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

SALOMÃO, R. P. **Inventário Florestal da Castanheira em uma área de 800 hectares no Platô Almeidas em Oriximiná –PA**. Relatório Técnico. Belém –PA, 2004.

SALOMÃO, R.P; ROSA, N.A; CASTILHO, A; MORAIS, K.A.C. **Castanheira do Brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional**. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78, maio-ago. 2006

SANQUETTA, C. R; WATZLAWICK, L. F; CÔRTE, A. P. D; FERNANDES, L. A. V. **Inventários florestais: Planejamento e execução**. Curitiba, 2006. 270 p.

SERRANO, R. O. P. **Regeneração e estrutura populacional de *Bertholletia excelsa* H. B.K. em áreas com diferentes históricos de ocupação, no Vale do Rio Acre (Brasil)**. Rio Branco: Universidade Federal do Acre, 2005, 43 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais).

SILVA, J.A. PELLICO NETTO, S. **Sistema de Inventário Florestal para Seringal Nativo**. Revista Floresta n° 32 (1) Páginas 97-110.

SCOLES, R. **Ecologia e Extrativismo da Castanheira (de *Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) em duas regiões da Amazônia Brasileira**. Tese de Doutorado (Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Manaus-AM, 2010.

SIMÕES, A.V. **Impactos de tecnologias alternativas e do manejo da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*, Humb & Bonpl.) no controle da contaminação por aflotoxinas em sua cadeia produtiva**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade do Amazonas, Manaus, 2003.

SUKHATME, P. V.; SUKHATME, B. V. **Sampling theory of surveys with applications**. 2nd ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970.

TONINI, H. ARCO- VERDE, M. F. **A castanheira do Brasil (*Bertholletia excelsa*): crescimento, potencialidades e usos**. Embrapa Boa Vista, RR 2004.

TONINI, H; KAMINSKI, P.E; Costa . **Relação da produção de sementes de castanha-do-Brasil com características morfométricas da copa e índice de competição**. Pesquisa. Agropecuária Brasileira - EMBRAPA, 43: 1509-1516.

TUPIASSÚ, A; Oliveira, N.V.C. **A castanha do Pará, estudos preliminares**. IDESP, Belém, Pará. Cadernos Paraenses, 3: 1-39, 1967.

VIANA, V. M; MELLO, R. A; MORAES, L. M. **Ecologia e manejo de populações de castanha do Pará em reservas extrativistas, Xapuri, Estado do Acre**. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. (Eds.). Floresta Amazônica: dinâmica, regeneração e manejo. Manaus: INPA, 1978. 373 p.

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

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

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, Amsterdam, v. 211, p. 371-384, 2005.

WEBER, S.H. **Desenvolvimento de Nova Função Densidade de Probabilística Para Avaliação de Regeneração Natural**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

WONG, J. L. G. **The biometrics of non-timber forest product resource assessment: a review of current methodology**. Research paper for the European Tropical Forest Research Network (ETFRN), Department for International Development (DFID), UK. 2000. 109p.

Anexo I – Autorização de Pesquisa da Flona Saracá Taquera.



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 25497-1		Data da Emissão: 11/10/2010 09:32	
Dados do titular			
Nome: Laercio da Silveira Soares Barbeiro		CPF: 051.262.099-73	
Título do Projeto: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE CASTANHA DO PARÁ			
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ		CNPJ: 75.095.679/0001-49	

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 11188628



Página 2/2



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 25497-1	Data da Emissão: 11/10/2010 09:32
Dados do titular	
Nome: Laercio da Silveira Soares Barbeiro	CPF: 051.262.099-73
Título do Projeto: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE CASTANHA DO PARÁ	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 11188628



Página 2/2

**Anexo II– Autorização de Pesquisa da Rebio
Rio Trombetas.**



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 25497-2	Data da Emissão: 23/03/2011 17:01
-----------------	-----------------------------------

Dados do titular

Nome: Laercio da Silveira Soares Barbeiro	CPF: 051.262.099-73
Título do Projeto: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE CASTANHA DO PARÁ NA RESERVA BIOLÓGICA RIO TROMBETAS - PA	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	coleta de dados na Rebio	01/2011	06/2011
De acordo com o art. 33 da IN 154/2009, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto.			

Observações e ressalvas

1	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passa da, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
2	Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
3	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa IBAMA nº 154/2007 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
4	A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico www.ibama.gov.br (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES). Em caso de material consignado, consulte www.icmbio.gov.br/sisbio - menu Exportação.
5	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
6	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospeção e desenvolvimento tecnológico.
7	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
8	As atividades contempladas nesta autorização NÃO abrangem espécies brasileiras constante de listas oficiais (de abrangência nacional, estadual ou municipal) de espécies ameaçadas de extinção, sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação.

Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Município	UF	Descrição do local	Tipo
1	ORIXIMINA	PA	RESERVA BIOLÓGICA DO RIO TROMBETAS	UC Federal

Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxons
1	Coleta de material botânico, fúngico ou microbiológico	Bertholletia, Bertholletia excelsa
2	Observação e gravação de imagem ou som	Bertholletia, Bertholletia excelsa

Material e métodos

1	Método de captura/coleta (Plantas)	Outros métodos de captura/coleta(coleta manual de ouriAços e castanhas no chAéo)
---	------------------------------------	--

Destino do material biológico coletado

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42925826



Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 25497-2		Data da Emissão: 23/03/2011 17:01	
Dados do titular			
Nome: Laercio da Silveira Soares Barbeiro		CPF: 051.262.099-73	
Título do Projeto: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE CASTANHA DO PARÁ NA RESERVA BIOLÓGICA RIO TROMBETAS - PA			
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ		CNPJ: 75.095.679/0001-49	
#	Nome local destino	Tipo Destino	
1	UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	laboratÁrio de produtos florestais	

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42925826



Página 2/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 25497-2	Data da Emissão: 23/03/2011 17:01
Dados do titular	
Nome: Laercio da Silveira Soares Barbeiro	CPF: 051.262.099-73
Título do Projeto: AMOSTRAGEM EM MÚLTIPLOS ESTÁGIOS PARA QUANTIFICAR A PRODUÇÃO DE CASTANHA DO PARÁ NA RESERVA BIOLÓGICA RIO TROMBETAS - PA	
Nome da Instituição : UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ	CNPJ: 75.095.679/0001-49

Registro de coleta imprevista de material biológico

De acordo com a Instrução Normativa nº154/2007, a coleta imprevista de material biológico ou de substrato não contemplado na autorização ou na licença permanente deverá ser anotada na mesma, em campo específico, por ocasião da coleta, devendo esta coleta imprevista ser comunicada por meio do relatório de atividades. O transporte do material biológico ou do substrato deverá ser acompanhado da autorização ou da licença permanente com a devida anotação. O material biológico coletado de forma imprevista, deverá ser destinado à instituição científica e, depositado, preferencialmente, em coleção biológica científica registrada no Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO).

Táxon*	Qtde.	Tipo de amostra	Qtde.	Data

* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº154/2007. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet (www.icmbio.gov.br/sisbio).

Código de autenticação: 42925826



Página 3/3