

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E TECNOLOGIA  
PARA A AMAZÔNIA - CITA**

**Potencial produtivo da castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em  
duas regiões extremas da Amazônia brasileira**

**Ezaquiel de Souza Neves**

**Rio Branco  
2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E**  
**TECNOLOGIA PARA AMAZÔNIA - CITA**

**Potencial produtivo da castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em  
duas regiões extremas da Amazônia brasileira**

**Ezaquiel de Souza Neves**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para Amazônia da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de **Mestre em Ciência, Inovação e Tecnologia**.

Área de concentração: Ciência e inovação tecnológica

Orientador (a): \_\_\_\_\_  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Helena de Oliveira Wadt

Rio Branco- Acre  
Agosto 2013

©NEVES, E. S., 2013.

NEVES, Ezaquiel de Souza. **Potencial produtivo da castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em duas regiões extremas da Amazônia brasileira.** Rio Branco, 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia) – Programa de Pós-graduação em Ciência, Inovação e tecnologia para a Amazônia. Universidade Federal do Acre, Rio Branco.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

N518p Neves, Ezaquiel de Souza, 1989-

Potencial produtivo da castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em duas regiões extremas da Amazônia brasileira / Ezaquiel da Souza Neves. – 2013.

74 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia. Área de Concentração: Ciências e inovação e tecnologia. Rio Branco, 2013.

Inclui Referências bibliográficas.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Helena de Oliveira Wadt.

1. Castanha – *Bertholletia excelsa* – Amazônia. 2. Castanha – Produção - Amazônia. I. Título.

---

Bibliotecária: Vivyanne Ribeiro das Mercês Neves CRB-11/600

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA, INOVAÇÃO E  
TECNOLOGIA PARA AMAZÔNIA – PPG-CITA**

**Ezaquiel de Souza Neves**

**Potencial produtivo da castanheira da amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em  
duas regiões extremas da Amazônia brasileira**

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 22/ 08/ 2013

---

Prof. Dr. Lúcia Helena de Oliveira Wadt (Orientadora)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

---

Prof. Dr. Marcus Vinícius Neves d' Oliveira  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

---

Prof. Dr. Ernestino de Souza Gomes Guarino  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Dedico a minha família pela força, amor e compreensão (Carlos e Maria, meus pais e aos meus doze irmãos, Socorro, Ivone, Joroca, Miza, Dani, Surica, Benedito, Carla, Cássio, Carina, Carol e Ezaú. E a minha noiva Greicy Kelly).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde, por tudo.

A Embrapa Acre e Embrapa Amapá por todos os momentos de aprendizado adquiridos em suas repartições.

A Lúcia Wadt, minha orientadora, pela dedicação, elaboração do projeto, simplicidade, conselhos, por todos os ensinamentos e por me ajudar na minha vida profissional, a quem tenho muitíssima admiração.

A Marcelino Carneiro Guedes, pela ajuda profissional, por não medir esforços para me ajudar, dando todo apoio logístico na coleta e análise de dados realizados no Amapá, a quem também tenho muitíssima admiração.

A Christina Staudhammer da Universidade do Alabama, USA, pelas análises estatísticas relacionadas a modelos mistos que foram de muita valia.

A todos meus amigos do Amapá, Ediglei (acochadinho), Arlelson (leleco), Maicon (Bruno) Lindinaldo (Lindo), Dani (ministra), Jana, Flávia (malaquinha), Anderson (baié), Amiraldo, Manu, Gaby, pela ajuda na coleta de dados e pelo companheirismo nessa caminhada.

Ao Marcos, Marcia, Vanessa e Maurício minha família do Acre, em especial à Vanessa minha amiga de fé minha irmã camarada, por fazerem minha permanência no Acre ser muito melhor, e pela oportunidade de conhecer outras pessoas especiais como a Sílvia, o Bá, Maria, Dona Francisca, André, Marina, “Megue” entre outros.

A Marcinha e sua família, pelo abrigo, amizade, que apesar de pouco tempo de convívio foram importante.

A meus amigos do Mestrado e da Embrapa, Vanessa, Janaína, João, Elen, Ernestino, Daniel Papa, Carlão, Adjarde.

A meus amigos da Embrapa Acre Lilian, Ítalo, Josy, Josiane, Ana, Jônatas, Dona Elza, Gil, Renatinha, Fernadinha.

Aos moradores da Resex-CA e Resex- CM, por disponibilizarem as áreas para estudo e pelo abrigo em suas casas em todo período de estudo.

A toda minha família, meu pai, minha mãe, meus irmãos, meus sobrinhos-irmãos (Cintia, Sheuton e Marquinhos) meu sogro (Franco), minha sogra (Dasdores), cunhados e especialmente a Greicy Kelly minha noiva, pela paciência, confiança, amor, compreensão e por está do meu lado para o que der e vier e mais pouco, a todos obrigado.

"A Nossa recompensa está no esforço,  
não no resultado. Um esforço total é uma  
vitória completa."

**Mahatma Gandhi**

## Resumo

Considerando a relevância da estrutura populacional e características das árvores na produção de frutos da castanheira-da-amazônia, o presente estudo foi desenvolvido para responder as seguintes perguntas: Quais são as características de copa e infestação por cipós de diferentes castanhais nativos? Quais fatores explicam a variação na produção de frutos da castanheira, em diferentes castanhais? A região de ocorrência dos castanhais influencia no comportamento produtivo da espécie? O trabalho foi realizado em duas regiões extremas da Amazônia brasileira denominadas de Alto Acre e Alto Cajari, nos Estados do Acre e Amapá, respectivamente. Os castanhais do Alto Cajari apresentaram-se em melhores condições para a produção de frutos, enquanto que os do Alto Acre, se mostraram mais saudáveis em termos de estrutura populacional, por apresentarem melhor distribuição dos indivíduos em classes de tamanho. Apesar de quase todas as variáveis testadas permanecerem no modelo misto ajustado para explicar produção de frutos de *Bertholletia excelsa*, ano foi a variável mais marcante. Este trabalho também reforça a importância da ação antrópica na estrutura dos castanhais, ou seja, a presença humana parece favorecer o recrutamento de novos indivíduos na população. A competição interespecífica pode ser um fator que prejudica a produção de frutos, uma vez que locais com altas densidades de castanheiras produtivas (9 a 12 ind.ha<sup>-1</sup>) produziram menos frutos que locais com médias densidades de castanheiras (2,2 ind.ha<sup>-1</sup>).

**PALAVRAS- CHAVE:** *Bertholletia excelsa*. Estrutura populacional. Produtividade. Variação anual.

## ABSTRACT

Since the population structure and tree characteristics influence on fruit production, this study was conducted to answer the following questions: What are the crown characteristics and liana infestation of different Brazil nut stands? What factors explain the variation in fruit production of Brazil nut stands? There is some region influence in productive behavior of the Brazil nut specie? This study was conducted in two extreme regions in the Brazilian Amazon: Alto Cajari-AP and Alto Acre-AC. In Alto Cajari, the Brazil nut stands were better to produce fruits. However, in terms of population structure, the brazil nut stands from Acre were more healthy in terms of recruitment. Although almost all variables figured in the mixed model to explain *Bertholletia excelsa* production year was the most significant variable. This study also reinforces the antropogenic importance in the Brazil nut stand structure, ie, the human presence promotes the recruitment of *B. excelsa*. The interspecific competition may be a factor that hinders the production of fruits, since areas with high densities of *B. excelsa* (9-12 ind.ha<sup>-1</sup>) produced less fruit than sites with average densities (2.2 ind.ha<sup>-1</sup>).

**KEYWORDS:** *Bertholletia excelsa*, population structure, productivity, annual variation.

## Sumário

|                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                                                                      | 1  |
| REVISÃO DA LITERATURA .....                                                                                                                                 | 4  |
| 1. PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS (PFNMS) .....                                                                                                        | 4  |
| 2. CASTANHA-DA-AMAZÔNIA: IMPORTÂNCIA E MERCADO .....                                                                                                        | 6  |
| 3. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA CASTANHEIRA-DA-AMAZÔNIA .....                                                                                                   | 8  |
| 4. CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS E ECOLÓGICAS .....                                                                                                             | 10 |
| <br>CAPÍTULO 1: POTENCIAL PRODUTIVO DE <i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl. COM BASE<br>NA ESTRUTURA POPULACIONAL DE CASTANHAIS NATIVOS DO ACRE E<br>AMAPÁ 12 |    |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                         | 12 |
| 2. OBJETIVOS .....                                                                                                                                          | 15 |
| 2.1. Objetivo geral.....                                                                                                                                    | 15 |
| 2. 2. Objetivos específicos .....                                                                                                                           | 15 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                 | 16 |
| 3.1. Local do estudo .....                                                                                                                                  | 16 |
| 3.2. Coleta de dados.....                                                                                                                                   | 18 |
| 3.3. Análise de dados .....                                                                                                                                 | 18 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                              | 20 |
| 4.1. Estrutura populacional .....                                                                                                                           | 20 |
| 4.2. Potencial produtivo .....                                                                                                                              | 25 |
| 4.3. Considerações para o manejo .....                                                                                                                      | 26 |
| 5. CONCLUSÕES .....                                                                                                                                         | 27 |
| <br>CAPÍTULO 2: PADRÃO ANUAL DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DE <i>Bertholletia</i><br><i>excelsa</i> (Bonpl.) EM CASTANHAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.....              | 28 |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                         | 28 |
| 2. OBJETIVOS .....                                                                                                                                          | 31 |
| 2.1. Objetivo geral.....                                                                                                                                    | 31 |
| 2.2. Objetivos específicos .....                                                                                                                            | 31 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                 | 32 |
| 3.1. Área de estudo .....                                                                                                                                   | 32 |
| 3.2. Amostragem e coleta de dados .....                                                                                                                     | 34 |
| 3.3. Análise de dados .....                                                                                                                                 | 35 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                              | 36 |
| 4.1. Padrão de produção de frutos .....                                                                                                                     | 36 |
| 4.2. Fatores que afetam a produção.....                                                                                                                     | 38 |
| 4.3. Variação na produção de frutos.....                                                                                                                    | 45 |
| 4.4. Efeito de local na produção de frutos.....                                                                                                             | 47 |
| 5. CONCLUSÕES .....                                                                                                                                         | 50 |
| CONSIDERAÇÃOES FINAIS .....                                                                                                                                 | 51 |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                                           | 52 |

## INTRODUÇÃO GERAL

A luta pela conservação da Amazônia parece ganhar força a cada dia e, uma resposta positiva em relação a essa questão, é que nos últimos anos pôde-se observar que o desmatamento nessa região diminuiu significativamente, embora as taxas de desmatamento na Amazônia começaram a crescer novamente (INPE, 2011). Nos últimos anos, a causa do aumento no desmatamento esteve ligada a dois principais fatores: aumento no preço das commodities agrícolas e expansão das redes de estradas (FEARNSIDE, 2006; MALINGREAU et al., 2011).

Uma questão relevante em relação ao desmatamento não é a ideologia que vai de encontro à agricultura, a pecuária, ou qualquer outro meio de produção de alimento que implique em substituição da floresta, e sim que a floresta precisa gerar renda. Na Amazônia, um hectare de pastagem vale cerca de 15 vezes mais que um hectare de floresta (R\$=100,00.ha<sup>-1</sup> de floresta; R\$=1500,00. ha<sup>-1</sup> pastagem) (REIDON, 2011). Dessa forma, os produtos florestais não-madeireiros (PFNMs) podem ser uma alternativa de maior valorização da floresta. Para as áreas de pastagem, o desafio é como utiliza-las de maneira sustentável.

O desmatamento gera perda de oportunidades para o uso sustentável da floresta, oportunidades essas que incluem os produtos tradicionais obtidos tanto pelo manejo florestal madeireiro quanto não madeireiro. Além disso, o impacto do desmatamento sacrifica a oportunidade de capturar o valor dos serviços ambientais da floresta (FEARNSIDE, 2004; 2006).

Os PFNMs tem grande contribuição na conservação da Floresta Amazônica, somado à melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais e/ou extrativista que residem nesta região (PERES, 2003; WADT et al., 2005; CARVALHO, 2010). O que se observa a cada dia é que os produtos florestais não madeireiros despertam cada vez mais interesse das indústrias por alimentos funcionais, fibras, fitoterápicos, fitocosméticos, óleos essenciais e biocombustíveis (CARVALHO, 2010).

Neste contexto, é importante destacar a castanha-da-amazônia como principal produto considerado altamente promissor para a região Amazônica, pois, é uma espécie com importância sócio-econômica para milhares de famílias que residem nesta região e também para conservação da floresta (WADT et al., 2008;

DUCHELLE et al., 2011; SHEPARD e RAMIREZ, 2011; TONINI, 2011; GONÇALVES, 2013).

Além do baixo impacto ecológico da atividade de coleta, a existência de mercados, nacional e internacional, consolidados faz desta espécie uma fonte econômica capaz de promover o desenvolvimento sustentável da região, uma vez que de alguma forma atua freando o desmatamento, especialmente em Unidade de Conservação como as Reservas Extrativistas (ALLEGRETTI, 1992; FILOCREÃO, 1992).

As Reservas Extrativistas (Resex) são um tipo de Unidade de Conservação que possuem duplo objetivo, conservação ambiental e atendimento de uma demanda social local que se destina à exploração dos recursos naturais pelas populações que ali residem, utilizando os produtos de maneira sustentável (ALLEGRETTI, 1992; FEARNside, 2003; NEPSTAD et al. 2006; SOUSA e FERREIRA, 2006). Neste contexto, a castanheira é um importante recurso natural, pois serviu de justificativa para a criação de algumas Unidades de Conservação na região Amazônica (CLAY, 1997; WADT et al., 2008; WADT e KAINER, 2009).

A semente da castanheira também é conhecida como: castanha-do-brasil ou castanha-do-pará (MARTINS et al. 2012). Sua cadeia de extração é uma atividade econômica considerada rentável para comunidades tradicionais (CLAY, 1997; ORTIZ, 2002), sendo a comercialização fundamentada principalmente no extrativismo de castanhais nativos, já que, os plantios comerciais não têm sido bem sucedidos (MORI, 1992; ORTIZ, 1995; CAVALCANTE, 2008; NUNES et al., 2011; DUCHELLE et al. 2011). Porém, para que haja maior aceitação desse produto é necessário que haja valorização do recurso, e não somente ser vendido *in natura* como acontece na grande maioria das vezes. Uma alternativa para maior aceitação no mercado seria investimentos públicos em biotecnologias.

Entender o que condiciona maior ou menor produção de frutos da castanheira é um desafio (TONINI et al., 2008). Em áreas de florestas muitas vezes encontra-se árvores que estão no mesmo micro sítio, submetidas às mesmas condições ambientais, e ainda assim, existem castanheiras que produzem mais frutos que outras, ou mesmo, árvores que não produzem.

Para o estabelecimento de um plano de manejo específico da castanheira é necessário entender os fatores intrínsecos que estão mais relacionados à produtividade, tanto a nível local como regional, uma vez que esta espécie se

distribui em toda Amazônia, e intervenções de manejo com objetivo de aumento de produção de frutos da castanheira podem ser aplicadas em toda Amazônia. O presente trabalho tem por objetivo preencher em parte a lacuna existente sobre o conhecimento da variabilidade de produção das castanheiras e de produtividade dos castanhais em duas regiões extremas da Amazônia. Para melhor compreensão do tema, esta dissertação está organizada em dois capítulos: Potencial produtivo de *Bertholletia excelsa* com base na estrutura populacional de castanhais nativos do Acre e Amapá; e padrão anual de produção de frutos de *Bertholletia excelsa* em castanhais da Amazônia brasileira.

## REVISÃO DA LITERATURA

### 1. Produtos florestais não madeireiros (PFNMs)

Produtos florestais não madeireiros (PFNMs) são recursos oriundos de florestas, sistemas agroflorestais e de plantações, podendo ser incluído plantas medicinais e de uso alimentício, além de frutas, exsudatos, fibras, fauna, madeira para fabricação de artesanato e outros produtos (BALZON et al., 2004; TICKTIN, 2004; PEDROSO et al., 2011; CIFOR, 2011).

Na década de 90, muitos estudos foram desenvolvidos com produtos florestais não madeireiros de florestas tropicais, os quais enfatizavam o valor econômico desses produtos. Godoy e Bawa (1993), e May e Motta (1994) consideravam a importância de levar em conta alguns pressupostos sobre os efeitos da coleta e o valor econômico dos produtos no mercado e na vida cotidiana dos povos da floresta que utilizam esses recursos. Para esses últimos autores, para que um produto florestal não madeireiro seja incluído no mercado é necessário apresentar as seguintes condições: elevado valor agregado, distribuição uniforme no ecossistema e, possuir diferencial de mercado.

Geralmente os PFNM's não se apresentam de maneira uniforme no ecossistema, ocorrendo em baixa densidade de indivíduos (pouco mais de 10% das espécies tem populações com mais de quatro árvores por hectare, PETERS et al., 1989). Outras características desses produtos é que demandam de um longo tempo de coleta, possuem baixo rendimento por unidade de área e são extremamente susceptíveis a exploração, além de que o período de floração e frutificação de diversos produtos da floresta tropical é um dos maiores obstáculos à exploração devido a diferentes períodos de frutificação ao longo do ano (PETERS, 1994).

Uma alternativa para favorecer a oferta e comercialização desses produtos, seria a organização social dos produtores, facilitando a oferta de matéria prima (FIEDLER et al., 2008).

Tradicionalmente o mercado de PFNM's é complexo e caracterizado por produtores dispersos e de pequeno porte, que não tem experiência de gestão e

comercialização. Geralmente possuem acesso limitado a crédito e enfrentam altos custos para colocar seus produtos no mercado (GUERRA, 2008).

Apesar disso, algumas empresas tem se interessado pelos PFNM's devido à ascensão do mercado causado pelo forte apelo social e ecológico ao qual estão expostos (ALMEIDA, 2010). Do ponto de vista das comunidades a parceria comunidade-empresa é muito importante por resolver problemas que muitas vezes o poder público não atende (ALMEIDA, 2010).

A procura por produtos florestais cuja produção respeita o meio ambiente cresce a cada dia. Movimentos ecológicos e suas formas organizadas levam a maiores demandas por esses produtos, pautados em campanhas para reduzir os impactos ambientais da produção (CAMPOS, 2011).

O conhecimento acerca dos produtos da floresta e a luta contra a degradação ambiental são temas presentes em grandes debates. No entanto, a divergência entre mercado, valores econômicos e sociais põe em dúvida o argumento de que aumentando o valor das florestas tropicais, a conservação da mesma será incentivada (ARNOLD e RUIZ-PEREZ, 2001).

Para que a conservação das espécies vegetais e animais seja capaz de oferecer incentivos econômicos para as populações rurais com a finalidade de combater ameaças à substituição florestal, é necessário se ter técnicas de manejo sustentáveis, especialmente para produtos não madeireiros (HALL e BAWA, 1993; TICKTIN, 2004).

Os produtos florestais não madeireiros desempenham um papel crucial na vida diária e bem-estar das comunidades locais como fonte de insumos importantes, tais como alimentos e, localmente promove oportunidades de emprego e geração de renda para comunidades em todo o mundo (CHOPRA, 1993; FAO, 1994; VILLALOBOS e OCAMPO, 1997; TICKTIN, 2004; DELANG, 2006; GUERRA, 2008).

A diversidade e utilização de produtos florestais não madeireiros datam de muitos anos (GODOY e BAWA 1993; TICKTIN, 2004). Existiram diversas civilizações ao longo da história que tiveram estreita relação com as florestas e a natureza, como por exemplo, os Incas, Astecas, Maias e muitos outros povos que utilizaram inúmeros PFNMs, tais como o Cacau (*Theobroma cacao*) e plantas medicinais (ALMEIDA, 2010).

Ainda hoje, o extrativismo é a base econômica para a maioria das famílias que vivem na Amazônia, no entanto já passou da hora de se modernizar essa forma

de produção buscando alternativas para valorização do capital social e ambiental das florestas, focando em produção e comercialização dos diversos produtos disponíveis.

## 2. Castanha-da-amazônia: importância e mercado

A denominação formal do termo “castanha-do-brasil” foi realizada em 1887, utilizada para descrição da espécie em uma revista norte americana denominada *Scientific American Supplement*, nº. 598, de 18 de junho de 1887 (Felzke, 2007). Nesta denominação a revista *Scientific American Supplement* fez algumas descrições básicas da espécie, tais como sua origem, afirmando que a mesma é nativa da Guiana, Venezuela e Brasil e que ocorria em grandes maciços florestais às margens do Rio Amazonas, Rio Negro, e também Rio Orinoco, onde os nativos a chamavam de *Yuvía*. Os nativos do Brasil a chamavam de fruto *capucaya*, enquanto para o Português era conhecida como *castanha de Marañon*.

Devido aos primeiros embarques da castanha com destino ao continente europeu, partindo do porto de Belém-PA no século XVII, trouxe um paradigma ao nome “castanha-do-pará” tornando-se uma injustiça conceitual para outros estados brasileiros produtores de castanha (BAIDER, 2000; FELZKE, 2007) e até mesmo outros países como Bolívia e Peru.

No mercado mundial esta castanha é denominada de *brazil nut* e sua principal característica é ter sua produção oriunda de sistema extrativista, onde a safra quase exclusivamente obtida pela coleta de árvores nativas da floresta amazônica, enquanto que outras nozes vem de lavouras cultivadas (SANTOS et al., 2010).

Mesmo estando aparentemente sanada a questão da denominação interna “castanha-do-brasil” entre os estados brasileiros, no cenário internacional surge uma nova disputa em relação à denominação da castanha, pois outros países produtores da castanha como Bolívia e Peru contestam esta nomenclatura e defendem a denominação “castanha-da-amazônia” como sendo a mais apropriada (EMPERAIRE e MITJA, 2000 *apud* FELZKE, 2007).

Na Europa, a castanha da Amazônia é conhecida desde 1833, porém somente depois da “queda da borracha” que a castanha passou a ter maior importância (CORNEJO, 2004).

A castanheira é uma das árvores símbolo da Amazônia, devido a sua importância social, ecológica e econômica para a região. Serve de fonte de renda para milhares de pessoas na região amazônica que utilizam a castanha para sobreviver. É uma espécie considerada de uso múltiplo, pois além da semente pode-se utilizar a madeira para construções naval e civil ou mesmo para fabricação de celulose, da casca se faz estofa para calafetar barcos, do ouriço se faz carvão, da semente além de alimento, serve para fabricação de óleo, tanto comestíveis quanto para cosméticos (WADT e KAREN, 2009). Porém, a espécie é protegida por lei (decreto Nº 1.282, de 19 de outubro de 1994).

Em 1986 houve a abertura dos portos da Amazônia ao comércio exterior, permitindo a expansão da produção e a comercialização da castanha no exterior. Tornando a coleta da castanha uma importante atividade econômica, especialmente nas regiões de Manaus e Belém. A partir disso a castanha foi, e tem sido, um dos produtos mais importantes da Amazônia em termos sociais e econômicos (WADT e KAINER, 2009).

Atualmente o estado do Acre, Amazonas e Pará detém aproximadamente 80,7% da produção nacional de castanha-do-brasil, sendo o Acre o maior Estado exportador do produto com 12 mil toneladas por ano (SILVA, 2010; PINHEIRO, 2012).

No caso das exportações podem-se destacar alguns países compradores, tendo como principal destino à Bolívia, como produto *in natura*, seguido dos Estados Unidos, incluindo castanha beneficiada, Hong Kong, Europa, Austrália (APIZ, 2008; CONAB, 2012).

A castanha de “primeira qualidade” se destina ao mercado internacional e seu preço está sujeito à demanda dos países consumidores, e a oferta deste produto se resume basicamente a Bolívia e ao Brasil, já no Peru existe alguns problemas adicionais que impedem a castanha competir no mercado internacional tais como a baixa densidade de árvores produtivas (CORNEJO, 2004).

Desde o início do século XX, já haviam estudos de produção e comercialização com a finalidade de favorecer e fortalecer a cadeia produtiva da castanha do Norte do país. Porém, o sistema de coleta não considera a qualidade, pois em muitos casos a castanha não era aceita pelo mercado comprador devido à contaminação por fungos (WADT e KAREN, 2009).

Na castanha encontra-se uma variedade de fungos associados, alguns com potencial para produção de aflatoxinas, uma das principais substâncias a ser combatidas no controle sanitário da produção (GONÇALVES et al., 2012). As aflatoxinas são substâncias cancerígenas e podem causar problemas à saúde humana, em função disso muitos países impuseram regulamentos rigorosos que visam minimizar a exposição humana a essas substâncias, refletindo na proibição à entrada da castanha nesses países e de outros produtos que continha essa substâncias presentes nas amêndoas, causando grandes perdas econômicas para produtores, processadores e comerciantes (CALDERARI et al. 2013). A Comissão Alimentar Codex da FAO (2010) expõe algumas recomendações que devem ser seguidas para o processamento e consumo da castanha; o nível máximo para processamento é de 15 µg/Kg, e para consumo (no momento de comer) é exigido 10 µg/Kg.

As condições sanitárias são o maior problema no sistema tradicional de coleta da castanha, por essa questão se faz necessário modificar as etapas da cadeia produtiva, pois essa mudança tem que ocorrer principalmente em nível local para que no futuro esses problemas não venham a prejudicar a atividade como negócio em função do mercado internacional, como por exemplo, o fechamento de mercados internacionais (WADT e KAREN, 2009).

No Brasil, a produção de castanha no que se refere ao comércio, basicamente obedece dois fluxos: o consumo interno e a exportação, onde se observa que a relação tem se alterado na proporção de 25% a 30% para a exportação, e 70% a 75% para o consumo interno (CONAB, 2012).

### **3. Distribuição espacial da castanheira-da-amazônia**

Ocorre na Amazônia brasileira, na Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela e Guianas, Equador (SHEPARD e RAMIREZ, 2011). No Brasil, está presente em oito Estados: Acre, Amazonas, Pará, Amapá, Rondônia, Roraima, Mato Grosso e Maranhão (WADT e KAINER, 2009).

Suas maiores concentrações em floresta madura estão em regiões onde há o predomínio de clima tropical chuvoso com ocorrência de períodos de estiagem definidos, embora essa espécie ocorra também em locais de chuvas relativamente

abundantes durante todo ano, exibindo um bom desenvolvimento em áreas de terra firme, onde são predominantes, (MORI e PRANCE, 1990; MÜLLER et al., 1995; BAIDER, 2000; YANG, 2009; SHEPARDJR e RAMIREZ, 2011).

A espécie também se encontra fora de floresta madura, nas áreas de capoeiras, consideradas florestas secundárias, onde possui níveis de regeneração elevados, sendo proporcionado por fatores bióticos e abióticos, tais como agentes dispersores e disponibilidade de luz (WADT et al., 2005; COTTA et al. 2008 PAIVA e GUEDES, 2008; PAIVA et al. 2011).

No Estado do Amapá, possui maior concentração nas terras altas, sendo a região do Jarí a que detém o maior potencial produtivo (ALMEIDA, 2004; SOUZA, 2006).

No Estado do Acre, as maiores concentrações de castanheiras estão na zona dos rios Xapuri e Acre (ALMEIDA, 2004).



Figura 1- Distribuição geográfica de populações naturais de castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*). Fonte: Cavalcante (2008).

#### 4. Características botânicas e ecológicas

A plântula é bastante simples, depois de certo período são ausentes de cotilédones, possuem um embrião sem diferenciação remanescente no interior dos tegumentos (MORI e PRANCE, 1990). Na fase adulta é uma árvore de grande porte podendo atingir até 50m de altura e chegar a mais de 2 m de diâmetro na base, apresenta fuste retilíneo, cilindro e, na maioria sem sapopemas, não possui galhos até as copas, possui casca marrom-escura e apresenta fendas longitudinalmente (LOCATELLI et al. 2005). Um levantamento quantitativo no estado de Roraima indicou que 81,16% das árvores de castanheira-da-amazônia apresentaram fuste reto sem defeitos que permite obter madeira de boa qualidade (FERREIRA e TONINI, 2009).

É uma excelente espécie alternativa para recuperação de áreas degradadas por mineração, ou em áreas abertas, como capoeiras, pois em reflorestamentos heterogêneos possui uma comprovada adaptabilidade e excelente desenvolvimento (SALOMÃO et al., 2006).

A propagação via semente é realizada principalmente pela cotia (*Dasyprocta leporina*) seu principal dispersor (ORTIZ, 1995; PERES e BAIDER, 1997; SILVIUS e FRAGOSO, 2003; SHEPARD e RAMIREZ, 2011). É uma das poucas espécies que a dispersão do fruto está ligada a uma única espécie (CORNEJO, 2004).

A floração é longa e sincrônica, podendo durar vários meses, inicia-se no mês de dezembro, estendendo-se até o final do mês de maio do ano seguinte, por um período de aproximadamente de 6 meses, essa fase inicia-se com a emissão dos botões florais, com máxima atividade entre janeiro e fevereiro (KAINER et al., 2010; TONINI, 2011).

Suas inflorescências estão dispostas em panículas axilares ou terminais. As flores possuem cerca de três centímetros de diâmetro, são zigomorfas pedunculadas, com pétalas carnosas branco-amarelas (BAIDER, 2000).

O fruto denominado pixídio, também conhecido como ouriço é uma cápsula indeiscente, que não se abre espontaneamente ou mesmo, as sementes não saem pelo opérculo que possui cerca de 1,5 cm de diâmetro, apresenta formato globoso, cai intacto no chão na época da chuva, nos meses de dezembro a março (PRANCE e MORI, 1978; BAIDER, 2000). O ouriço (fruto) é lenhoso e bastante duro, normalmente é esférico e às vezes achatado (YOUNG, 1911), o peso do fruto varia

de 200g a 1,5kg, possui no seu interior em média de 18 sementes por fruto, equivalente a 25% do peso do fruto, as sementes possuem formas triangulares, apresentam comprimento entre 4 a 7 cm, possui a casca bastante dura e rugosa conhecida como tegumento (MÜLLER et al. 1995). Nas florestas do Estado do Acre as castanheiras produzem em média 70 frutos por árvore, cerca de 9 kg de sementes e, aproximadamente 45% das árvores produzem menos de 20 frutos por safra e 25% das árvores são responsáveis por 75% da produção total (WADT et al. 2008). Em Roraima grande parte das castanheiras produz de 100 a 200 frutos e, menos de 10% das árvores produzem uma quantidade frutos superior a 500 (TONINI et al., 2008).

Há uma variação na produção de frutos de um ano para outro (MENEZES et al., 2005; KAINER et al., 2007; KAINER et al., 2010). A eficiência da produção de frutos é bastante reduzida apenas 0,28 a 0,40% das flores vingam e se tornam frutos e, o estabelecimento dos frutos está grandemente influenciado pela visitação de abelhas do gênero *Bombus*, seus polinizadores potenciais são atraídos pelo perfume doce e oferta de néctar e pólen proporcionados pela flor (PINHEIRO e ALBUQUERQUE, 1968; BAIDER, 2000; ZUIDEMA, 2003).

A castanha apresenta elevados teores de proteínas, vitaminas, lipídios (ácido linoléico) e minerais, sendo 12% a 17% de proteína nas amêndoas e 46% de proteína na farinha sem gordura, enquanto a carne de gado possui 26% a 31% de proteína (PRANCE e MORI, 1979; FREITAS et al. 2008; YANG, 2009; KAINER et al., 2010). Essa semente possui elevados teores de selênio, um micronutriente associado à redução de riscos de alguns tipos de câncer, atuando na defesa contra estresse oxidativo, regulação da ação dos hormônios da tireóide e regulação do potencial redox da vitamina C e de outras moléculas (FREITAS et al., 2008).

## **CAPÍTULO 1: POTENCIAL PRODUTIVO DE *Bertholletia excelsa* Bonpl. COM BASE NA ESTRUTURA POPULACIONAL DE CASTANHAIS NATIVOS DO ACRE E AMAPÁ**

### **1. INTRODUÇÃO**

A castanha da Amazônia (*Bertholletia excelsa*) está entre os produtos florestais não madeireiros (PFNMs) mais importantes para a Amazônia (CLAY, 1997), sendo uma atividade com elevada rentabilidade para os extrativistas (CAVALCANTE et al., 2011). No entanto, sua comercialização está fundamentada no extrativismo de castanhais nativos (CLAY, 1997; PERES et al., 2003; SHEPARD e RAMIREZ, 2011, NUNES et al., 2011; DUCHELLE et al., 2011). Poucos são os plantios de castanhais com objetivos comerciais, sendo o mais expressivo deles o da Fazenda Aruanã, no município de Itacoatiara-AM, onde existem 318.000 castanheiras enxertadas para produção de frutos e 679.000 castanheiras para produção de madeira (WADT e KAINER, 2009).

Durante a década de 1980, o plantio da castanheira passou a ser enfatizada a partir das tecnologias desenvolvidas pela Embrapa Amazônia Oriental (antigo CPATU- Centro de Pesquisas Agropecuária do Trópico Úmido), especialmente no que diz respeito à precocidade na germinação e a técnicas de enxertia. No entanto, a baixa produtividade dessas castanheiras, por problemas relacionados à incompatibilidade de matrizes aparentadas e de alternativas mais promissoras, fez com que o processo de plantio de castanheiras não deslanchasse e que ficasse restrito aos sistemas agroflorestais (HOMMA, 1989).

Como todo produto florestal, a estrutura populacional da espécie de interesse fornece uma ideia geral do potencial produtivo da mesma nos diferentes ambientes. O estudo da estrutura populacional pode subsidiar ações de uso e conservação de uma determinada espécie no seu ambiente, contribuindo assim para caracterizar a espécie e seu comportamento, possibilitando projeções futuras para a população em questão (LIMA e LEÃO, 2012). Aspectos como distribuição de indivíduos em classes de tamanho são importantes para compreender como as espécies florestais vivem

em comunidade (SCOLFORO e MELLO, 1997), bem como verificar a possibilidade de manejo sustentável das populações.

A estrutura populacional de uma espécie, em determinado ambiente, é o que determina a possibilidade de uso ou não da mesma, com base em manejo sustentável (PETERS, 1996). Além disso, reflete a disponibilidade do recurso, o que é fundamental para a tomada de decisão sobre a viabilidade de seu uso comercial.

A distribuição diamétrica, idade e densidade de uma população são alguns dos parâmetros importantes para propósitos econômicos e financeiros (BAILEY e DELL, 1973). Medidas de diâmetro possibilita conhecer a distribuição diamétrica da floresta e definir o grau de ocupação de um local por meio da estimativa de densidade e área basal (ZEIDE, 2005). Além de servir para quantificar volume, avaliar biomassa, e estudar crescimento, desempenhando papel importante no levantamento de informações da floresta (CUNHA, 2004, SCOLFORO e FILHO, 1993).

A fisionomia e composição florística também são parâmetros importantes para caracterização de uma floresta, pois fornecem informações importantes sobre suas características, bem como refletem alterações ocorridas na floresta. Dessa forma, a análise da estrutura da vegetação é importante para analisar aspectos de adaptação das espécies, sua relação com outras espécies e o sítio em que vivem (SCOLFORO, 1998, UBIALLI, 2007).

No caso da castanheira, diversos estudos mostram ao longo da Amazônia, a ocorrência de alguns indivíduos de grande porte e pouco ou nenhum jovem (SALOMÃO 1991; NEPSTAD et al., 1992; BOOT e GULLISON, 1995; MYERS et al., 2000). Na maioria desses estudos a área amostral foi pequena, o que pode não refletir a real estrutura das populações amostradas. Apenas nos estudos que utilizam maiores áreas amostrais (mais de 20 ind.ha<sup>-1</sup>), a densidade de indivíduos jovens foi maior (VIANA et al., 1998; PERES e BAIDER, 1997; ZUIDEMA e BOOT, 2002; WADT et al., 2005; WADT, 2008; DUCHELLE et al., 2011; SCOLES e GRIBEL, 2012), demonstrando que o tamanho da área amostral pode influenciar na relação de jovens e adultos.

Considerando a relevância do conhecimento relacionado à estrutura populacional de uma espécie para a determinação do seu potencial produtivo, seja de madeira, frutos, sementes ou outros, o presente estudo foi desenvolvido para responder as seguintes perguntas: Castanhais nativos localizados em regiões

extremas da Amazônia brasileira apresentam estrutura populacional semelhante? O potencial produtivo de castanhais localizados em regiões extremas da Amazônia é diferente? Considerando a produção de castanha da Amazônia relatada em estudos prévios realizados nos Estados do Acre e Amapá, os castanhais apresentam problemas estruturais para que prejudique seu potencial produtivo?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Avaliar o potencial produtivo de castanheiras em florestas nativas de duas regiões da Amazônia, com base na distribuição diamétrica, densidade de indivíduos por classe diamétrica e variáveis de copa.

### **2. 2. Objetivos específicos**

- Descrever a estrutura populacional de castanheiras em duas regiões da Amazônia.
- Analisar o potencial produtivo de castanha-da-amazônia nas duas regiões de estudo com base na avaliação da estrutura populacional.
- Verificar a possibilidade de aumentar a produtividade dos castanhais, com base nas características de copa das castanheiras.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do estudo

Este trabalho foi realizado em duas regiões da Amazônia brasileira: Estado do Acre e Estado do Amapá.

No Estado do Acre, os estudos foram conduzidos na regional do Alto Acre (MDA, 2010), em dois locais distantes cerca de 30 km entre si, denominados Local 1 (Seringal Filipinas) e Local 2 (Seringal Cachoeira), localizados, respectivamente, na Resex Chico Mendes e no PAE Chico Mendes (nos municípios de Epitaciolândia e Xapuri) e, em cada local foram instaladas três parcelas de 300 x 300m, com distância mínima entre elas de 1 km (Figura 1.1).

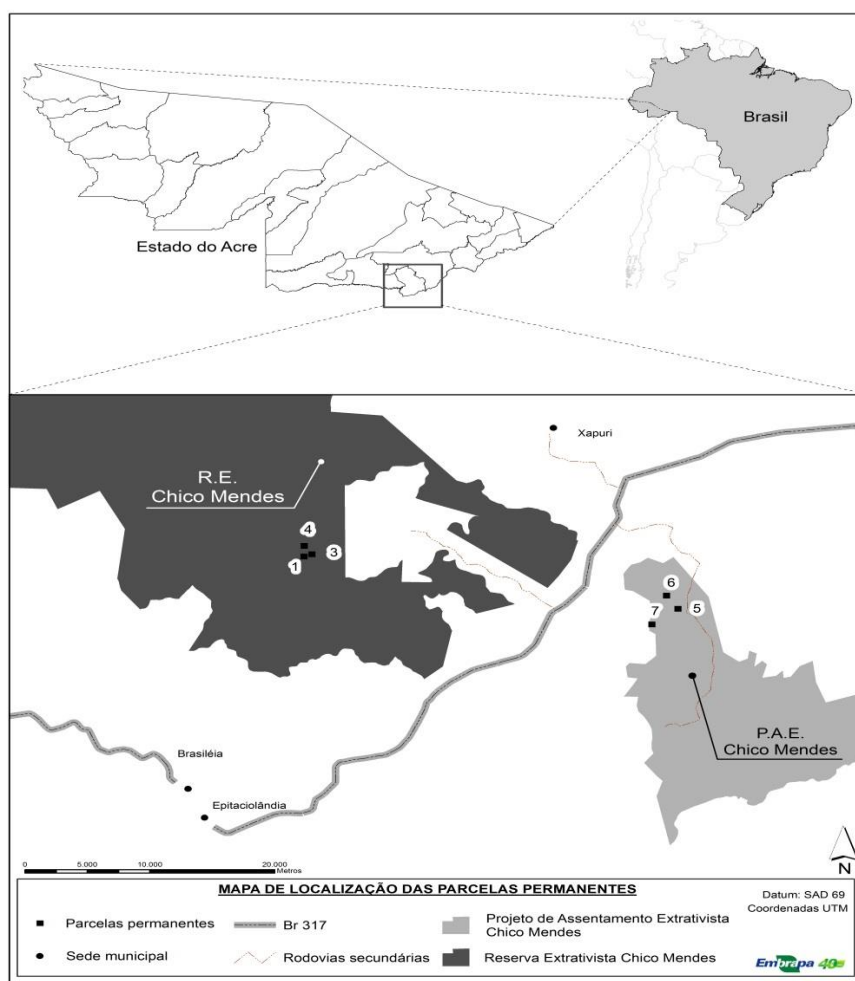


Figura 1.1- Localização das seis parcelas instaladas na regional do Alto Acre, Estado do Acre. (Fonte: Daniel de Almeida Papa, 2013).

No Estado do Amapá, também foram avaliados dois locais distantes entre si 45 km, denominados de Local 3 (Água Branca) e Local 4 (Sororoca) onde foram instaladas parcelas de 300 x 300 m. As parcelas foram alocadas em uma região de extensos castanhais no Alto Cajari, especificamente nas colocações exploradas por moradores das comunidades extrativistas do Marinho, Martins, São Pedro e Sororoca (PAIVA, 2009). Em cada local foram instaladas três parcelas com distância mínima entre elas de 1 Km, sendo que as parcelas no local 3 (Água Branca), estão inseridas em ambiente de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2012), enquanto que as parcelas no Local 4 (sororoca) estão em um ambiente caracterizado como diferentes tipos florestais (transição-floresta-cerrado) (Figura 1.2).

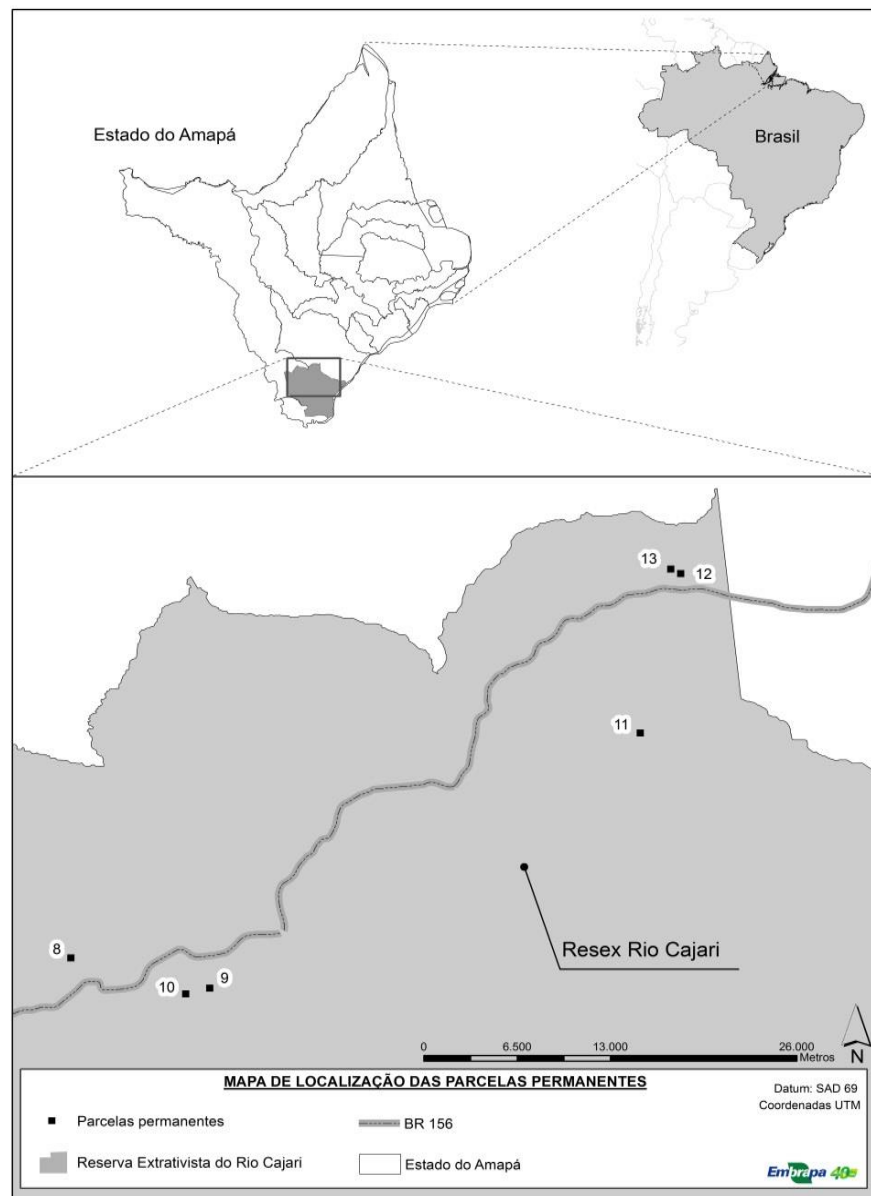


Figura 1.2- Localização das seis parcelas instaladas na regional do Alto Cajari, Estado do Amapá. (Fonte: Daniel de Almeida Papa, 2013).

### 3.2. Coleta de dados

A metodologia de estudo foi a estabelecida pelo Projeto Kamukaia (Projeto coordenado pela EMBRAPA em vários Estados da Amazônia brasileira), porém devido às peculiaridades de cada região não foi possível estabelecer o mesmo critério pra alocação das parcelas. No Acre, as parcelas foram alocadas a partir de um ponto central (geralmente a casa do produtor) onde foram distribuídas nos sentidos leste, oeste e norte, com uma distância mínima de 1 km entre parcelas (WADT et al., 2005). No Amapá, as parcelas foram alocadas em áreas de castanhais densos (denominadas “ponta de castanha”) seguindo os seguintes critérios: próximas ou contemplando o centro do castanhal e considerando a facilidade de acesso (proximidade do ramal).

A coleta de dados das variáveis relacionadas ao diâmetro, copa e cipó seguiu metodologia de Tonini et al., (2008) e Wadt et al., (2008), onde em cada parcela foram inventariadas todas as castanheiras com DAP  $\geq 10$  cm. O diâmetro a altura do peito (DAP) foi medido a 1,30 cm do solo, forma da copa, posição da copa, presença de cipó e *status* reprodutivo também foram medidos em cada árvore.

A posição e forma de copa foram classificadas em categorias, sendo que a posição foi classificação em: dominante (1); co-dominante (2); intermediária (3); e suprimida (4). E forma da copa: boa (1); tolerável (2); pobre (3); e muito pobre (4) (KAINER et al 2007). As castanheiras também foram classificadas quanto a presença ou não de cipós competidores na copa (WADT et al., 2005).

### 3.3. Análise de dados

A distribuição das árvores em classes de diâmetro e a densidade de indivíduos foram determinadas em nível de região e local dentro das regiões. Para determinar a distribuição em classes de tamanho Foram feitos gráficos com a distribuição encontrada para cada local. Em seguida as árvores foram ordenadas em cinco classes de tamanho (diâmetro), sendo aplicada estatística descritiva a fim de construir as frequências para as variáveis medidas em todos os indivíduos amostrados. Essas cinco classes de diâmetro foram consideradas fases do

desenvolvimento das árvores (WADT et al., 2005), embora não represente necessariamente a idade das árvores. As classes de tamanho avaliadas foram:

- Classes ontogenéticas.

Classe I: árvores com DAP entre 10 cm e 50 cm;

Classe II: árvores com DAP entre 50 cm e 100 cm;

Classe III: árvores com DAP entre 100 cm e 150 cm;

Classe IV: árvores com DAP entre 150 cm e 200 cm; e

Classe V: árvores com DAP > 200 cm.

A média de diâmetro das castanheiras de cada região e dentro de cada região foi utilizado o Teste *t*.

A análise da densidade de indivíduos por hectare entre os dois locais dentro de cada região e, entre regiões utilizando-se do teste Qui-quadrado com 95% de probabilidade, devido o mesmo tamanho de área amostrada. Essa análise foi realizada tanto para todos (incluindo DAP  $\geq$  10 cm) indivíduos quanto para os reprodutivos. Para a comparação da distribuição diamétrica entre os quatro locais dentro de cada Estado foi utilizado o teste não paramétrico Kruskal Wallis.

Todas as análises estatísticas foram feitas usando a versão 15.0 do SPSS for Windows e *Statistic* 8.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Estrutura populacional

Nos 108 ha amostrados nas regionais do Alto Acre e Alto Cajari, foram encontradas 610 castanheiras com DAP  $\geq 10$  cm, sendo 124 no Alto Acre e 486 no Alto Cajari. No Alto Acre o DAP médio das castanheiras mapeadas foi de  $82,8 \pm 4,28$  cm e no Alto Cajari de  $102,6 \pm 2,26$  cm.

Na região do Alto Acre, a menor castanheira produtiva registrada apresentou 40,9 cm de DAP e no Alto Cajari 38,5 cm. A maior castanheira registrada foi de 280,4 cm de DAP, localizada na Água Branca, Alto Cajari.

A densidade de castanheiras no Alto Cajari foi quatro vezes maior que no Alto Acre (tabela 1.1), sendo significativa a diferença na densidade de castanheiras ( $p < 0,0001$ ). Dentro das regiões, a densidade de castanheiras também foi diferente entre os locais ( $p = 0,031$  e  $p < 0,0001$ , para o Alto Acre e Alto Cajari, respectivamente).

Em relação à proporção de indivíduos jovens (aqueles que ainda não entraram no estágio reprodutivo) e adultos nas populações de cada região (aqueles reprodutivos), observou-se uma maior proporção de indivíduos jovens no Alto Acre ( $p = 0,045$ ), o que pode ser interpretado como castanhais mais dinâmicos em termos de regeneração (tabela 1.1). Talvez pela tipologia florestal do Estado do Acre que é caracterizada por florestas abertas (Wadt et al., 2005).

Apesar da maior proporção de jovens no Alto Acre, a densidade de indivíduos nessa situação foi menor ( $0,5 \text{ ind.ha}^{-1}$ ) do que no Alto Cajari ( $1,2 \text{ ind.ha}^{-1}$ ). No Alto Cajari foram encontradas árvores maiores e em maior densidade do que no Alto Acre (tabela 1.1).

Tabela 1.1- Estatística descritiva de *Bertholletia excelsa* em quatro locais de ocorrência, em duas regiões da Amazônia.

| REGIÕES/<br>LOCAIS | N          | Área<br>(ha) | Densidade<br>(ind.ha <sup>-1</sup> )** | DAP médio<br>(cm)*       | % Ind. não<br>reprodutivos** | Dens. Produtivas<br>(ind.ha <sup>-1</sup> )** |
|--------------------|------------|--------------|----------------------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>ALTO ACRE</b>   | <b>124</b> | <b>54</b>    | <b>2,2<sup>B</sup></b>                 | <b>82,8<sup>B</sup></b>  | <b>21,8<sup>B</sup></b>      | <b>1,7<sup>B</sup></b>                        |
| Filipinas          | 50         | 27           | 1,8 <sup>b</sup>                       | 74,6 <sup>a</sup>        | 28,0                         | 1,2 <sup>b</sup>                              |
| Cachoeira          | 74         | 27           | 2,7 <sup>a</sup>                       | 88,4 <sup>a</sup>        | 17,6                         | 2,2 <sup>a</sup>                              |
| <b>ALTO CAJARI</b> | <b>487</b> | <b>54</b>    | <b>9,0<sup>A</sup></b>                 | <b>102,6<sup>A</sup></b> | <b>14,4<sup>A</sup></b>      | <b>7,7<sup>A</sup></b>                        |
| Agua Branca        | 186        | 27           | 6,8 <sup>b</sup>                       | 92,9 <sup>b</sup>        | 21,6                         | 5,3 <sup>b</sup>                              |
| Sororoca           | 301        | 27           | 11,1 <sup>a</sup>                      | 108,6 <sup>a</sup>       | 10,0                         | 10,1 <sup>a</sup>                             |

Letras maiúsculas na coluna indicam diferença entre regiões e letras minúsculas comparam locais dentro das regiões

\* Teste *t*

\*\* Teste de Qui-quadrado.

O manejo sustentável de produtos florestais não-madeireiro é preconizado pela existência de uma estrutura populacional estável, para a espécie de interesse. Uma população estável é aquela que apresenta indivíduos em todas as classes de tamanho, possibilitando o recrutamento contínuo entre essas classes, onde a mortalidade de árvores em uma determinada classe é repostada pelo ingresso de novos indivíduos para esta classe (PETERS, 1996). Sendo que o aproveitamento racional de uma espécie depende da distribuição regular e estruturada dos indivíduos nas diversas classes de tamanho, sendo que as menores classes devem estar em maior proporção (FINOL, 1964).

Seguindo esse conceito, e analisando as menores classes, percebe-se que em ambas regiões existe um estoque de indivíduos jovens. No entanto, é necessário avaliar a distribuição dos indivíduos em classes menores de diâmetro afim de avaliar o histórico da dinâmica populacional. Neste sentido, observou-se que o local 4 (Sororoca) apresentou estrutura diamétrica diferente dos demais locais (Figura 1.3).

Provavelmente os castanhais do Sororoca apresentam problemas de recrutamento, uma vez que pouco mais de 30% da população foi representada por indivíduos das menores classes (DAP até 100), enquanto que no Cachoeira e Filipinas essa proporção foi 52,46% e 68,57%, respectivamente (Tabela 1.2). Este resultado fica mais preocupante ainda pelo fato de nesse local a densidade de

castanheiras ser maior que nos demais, sendo esperado uma maior proporção de indivíduos jovens pela maior disponibilidade de frutos na área (SERRANO, 2005; WADT et al., 2008).

Tabela 1.2- Proporção de indivíduos produtivos por classe de diâmetro em cada região e local de estudo.

| Região           | Local       | Classes ontogenéticas |           |            |           |          |
|------------------|-------------|-----------------------|-----------|------------|-----------|----------|
|                  |             | Classe I              | Classe II | Classe III | Classe IV | Classe V |
| <b>Alto Acre</b> | Cachoeira   | 3,28                  | 52,46     | 32,79      | 9,84      | 1,64     |
|                  | Filipinas   | 2,86                  | 68,57     | 14,29      | 11,43     | 2,86     |
| <b>Alto</b>      | Água Branca | 6,21                  | 41,38     | 32,41      | 15,17     | 4,83     |
| <b>Cajari</b>    | Sororoca    | 1,85                  | 31,37     | 48,34      | 15,50     | 2,95     |

Os castanhais geralmente ocorrem em aglomerados (MÜLLER et al., 1980; MORI e PRANCE, 1990; SALOMÃO, 1991; PERES e BAIDER, 1997) ou com as castanheiras amplamente distribuídas na paisagem como reportado para o Estado do Acre (WADT et al., 2005), sendo mais comum a ocorrência de aglomerados em florestas densas. Nestes castanhais de florestas densas é comum o registro da ausência de castanheiras jovens e predominância daquelas de grande porte (SALOMÃO, 1991, PERES et al., 2003) , caracterizando uma dinâmica populacional dependente de clareiras (PEREIRA, 1994; TONINI et al., 2008; SALOMÃO, 2009).

Considerando essas características, chama a atenção a estrutura populacional encontrada no Sororoca (Figura 1.3) pois neste local a floresta é caracterizada por uma vegetação de transição cerrado-floresta, onde a floresta é aberta. Dessa forma, era de se esperar uma maior proporção de jovens no Sororoca, o que não foi observado.

Além da disponibilidade de luz, a ação antrópica nos castanhais também é um fator determinante para a estrutura populacional. Estudos recentes mostram que quanto mais distante e abandonado o castanhal mais “envelhecido” ele é (SCOLES, 2011, SCOLES e GRIBEL, 2012). No Sororoca, pelo menos um dos castanhais, parcela 11, está mais distante de povoamento ou mesmo da rodovia, (Figura 1.2), e com menor interferência antrópica quando comparada com outras parcelas ou mesmo quando comparado com o Água Branca, o qual possui uma parcela (9)

localizada em um determinado castanhal que fica muito próximo de um povoamento (PAIVA, 2009) e, conta com algumas áreas de capoeiras abandonas no seu entorno, esta área é a que possui o maior numero de indivíduos jovens não produtivos. Há maior densidade plântulas de castanheira em áreas mais próximas de locais com presença humana. Isso pode refletir, após alguns anos, em maiores densidade de castanheiras jovens, aqui consideradas com  $DAP \geq 10$  cm até o inicio do ciclo reprodutivo (SCOLES e GRIBEL, 2011, SCOLES e GRIBEL, 2012).

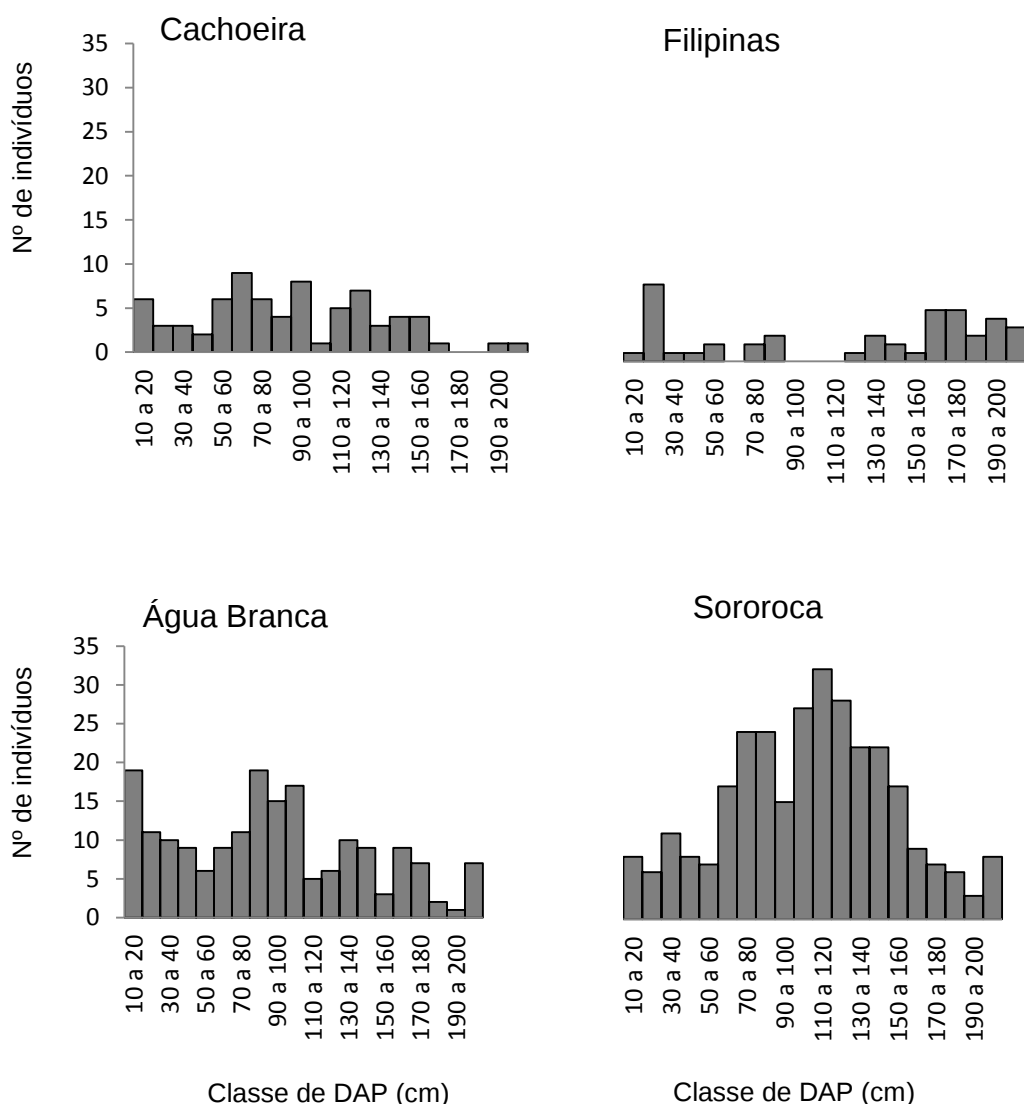


Figura 1.3- Frequência de castanheiras por classe de DAP cm nos quatro locais amostrados dentro de cada região do Acre e Amapá respectivamente.

A caracterização da população em relação às características das árvores também define a qualidade do recurso e o potencial produtivo. Em termos de condições das castanheiras, observou-se que as duas regiões de estudo

apresentaram características diferentes para forma e posição da copa, presença de cipós na copa e proporção de indivíduos reprodutivos (Tabela 1.3). Dentro de regiões, apenas no Alto Cajari houve diferença entre os locais, com exceção para a forma da copa em que não houve diferença entre as classes em cada uma das regiões. Mais uma vez observou-se certa peculiaridade do Sororoca.

Tabela 1.3- Proporção de indivíduos em cada classe de variável de copa, presença de cipó e *status* reprodutivo.

| Região/<br>Locais  | F           |             |            |            | P           |             |            |             | Cipó        |             | “SR”         |              |
|--------------------|-------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                    | 1           | 2           | 3          | 4          | 1           | 2           | 3          | 4           | SIM         | NÃO         | SIM          | NÃO          |
| <b>Alto Acre</b>   | <b>69,6</b> | <b>28,6</b> | <b>1,6</b> | <b>0</b>   | <b>59,0</b> | <b>27,0</b> | <b>2,4</b> | <b>11,4</b> | <b>24,6</b> | <b>75,4</b> | <b>78,2</b>  | <b>21,82</b> |
| Cachoeira          | 68,4        | 30,1        | 1,3        | 0          | 63,0        | 26,0        | 0          | 10,9        | 30,1        | 69,9        | 82,4         | 17,6         |
| Filipinas          | 71,4        | 26,5        | 2,0        | <b>0</b>   | 53,0        | 28,5        | 6,1        | 12,2        | 16,3        | 83,7        | 72,0         | 28,0         |
| <b>Alto Cajari</b> | <b>77,6</b> | <b>17,5</b> | <b>3,9</b> | <b>0,8</b> | <b>76,6</b> | <b>18,3</b> | <b>4,1</b> | <b>0,8</b>  | <b>9,9</b>  | <b>90,1</b> | <b>85,60</b> | <b>14,4</b>  |
| ÁguaBranca         | 80,3        | 14,2        | 4,9        | 0,5        | 89,6        | 8,2         | 2,1        | 0           | 16,2        | 83,8        | 78,3         | 21,7         |
| aSororoca          | 76,0        | 19,6        | 3,3        | 1,0        | 68,7        | 24,5        | 5,2        | 1,3         | 6,0         | 94,0        | 90,0         | 10,0         |

F= forma de copa; P= posição de copa; Cipó= presença e ausência; “SR”= *status* reprodutivo.

A posição e forma da copa estão diretamente relacionadas com a produção de frutos, onde castanheiras dominantes e com forma boa de copa produzem mais (KAINER et al., 2006 e 2007). Água Branca foi o local onde se observou a maior proporção de castanheiras dominantes (80,3) e o Filipinas a menor (72,1%), com melhor distribuição dos indivíduos em outras classes. Posição da copa exerce uma função muito importante, visto que, copa dominante pode influenciar diretamente na forma de absorção de nutrientes pelas plantas no solo, plantas dominantes no dossel acessam mais eficientemente os recursos do solo, reforçando sua habilidade competitiva (ZANINE e SANTOS, 2004).

A presença de cipós na copa é outro fator que afeta negativamente a produção de frutos (KAINER et al., 2006), e comparando as regiões observou-se que no Alto Acre há uma maior ocorrência de cipós do que no Alto Cajari (Tabela 1.3), provavelmente devido a tipologia florestal. Dentre as regiões, apenas o Alto Cajari foi diferente.

## 4.2. Potencial produtivo

O potencial produtivo das regiões e locais dentro de regiões foi avaliado pela análise dos indivíduos reprodutivos. No Alto Cajari registrou-se uma densidade de indivíduos produtivos quase cinco vezes maior que no Alto Acre (Tabela 1.1), indicando um potencial produtivo superior. No entanto, não se pode analisar somente a densidade, sem levar em consideração a ocorrência e distribuição de indivíduos por classe de tamanho.

Com base nos dados de produção da castanha, publicados pelo IBGE, o Estado do Acre produz 5 vezes mais que o Amapá, contradizendo o sugerido por esse estudo, uma vez que a densidade de castanheiras produtivas foi maior no Alto Cajari. Numa análise macro e generalizada, considerando a distribuição espacial dos castanhais, a densidade e os dados de produção fornecidos pelo IBGE (2010) pode-se ter uma ideia geral da produtividade de castanha em nível de paisagem para as duas regiões de estudo. Em termos gerais, fazendo-se um cálculo bruto da produção registrada para o estado e a área dos municípios produtores de castanha, estima-se uma produção de aproximadamente 3,3 Kg de castanha por ha no Estado do Acre, contra 0,09 Kg de castanha por ha no Estado do Amapá. Considerando essa análise e sabendo-se que a distribuição da castanheira não ocupa toda a área dos municípios, apenas uma diferença na distribuição espacial e na logística de escoamento da produção poderiam explicar esses resultados. Embora os dados do IBGE possam não representar o potencial produtivo dos Estados é válido considerar uma área de ocorrência de castanhais muito maior no Estado do Acre do que no Estado do Amapá. Especialmente por saber que no Estado do Acre os castanhais não ocorrem em aglomerados (Wadt et al., 2005). Para um produto florestal não madeireiro, a ocorrência em grandes áreas com uma densidade moderada (espécie comum) pode facilitar o extrativismo para fins comerciais (IBGE, 2012), ou mesmo uma vantagem para a polinização. Espécies arbóreas ocorrem de diversas formas nas florestas, e por isso a distribuição espacial em nível de paisagem deve ser considerada quando se fala em potencial produtivo.

Uma distribuição ampla dos indivíduos produtivos pode dificultar a coleta para fins comerciais, sendo necessária a organização dos produtores (extrativistas) em associações, com a finalidade de ajudar na disponibilidade de maior volume do

produto (FIEDLER et al., 2008). Por outro lado, uma alta densidade de indivíduos concentrados em uma determinada área pode ser uma vantagem competitiva em termos de produtividade e custo de produção para o produtor, embora a produção individual possa diminuir pela competição intraespecífica. No Sul de Roraima, (Tonini, 2008) demonstrou que a densidade de indivíduos não afetou a produção de castanha-do-brasil, embora tenha apontado uma tendência de redução na produção com o aumento da competição com outras espécies.

Em termos de sustentabilidade produtiva ao longo do tempo, apesar de o Sororoca ter maior densidade de indivíduos adultos, este local apresentou, proporcionalmente, menor potencial para manutenção da produção ao longo do tempo, pois apresentou uma baixa proporção de castanheiras jovens e em início de produção (Figura 1.3). Apesar disso, todos os locais apresentaram potencial para o manejo com boas características das árvores, com ressalvas para o favorecimento da regeneração no Sororoca e manejo de cipós no Filipinas.

#### **4.3. Considerações para o manejo**

Considerando as intervenções de manejo para melhoria da produção de frutos nas duas regiões, no Alto Acre é onde há maior espaço para melhorias na produção de frutos em função de tratamentos silviculturais, uma vez que no Alto Cajari os castanhais se apresentaram com a grande maioria das árvores com posição dominante (83,6%), copa boa (76,6%) e sem a ocorrência de cipós (91,1%) (Tabela 1.3). Quanto melhor a posição e forma de copa, mais perto do potencial produtivo se encontra a árvore (WADT et al., 2005), sendo pouco o espaço de melhoria na produção dentro do sistema extrativista. Nesse caso, é possível alcançar aumento de produção por intervenções como eliminação de competição com outras árvores, e aporte de nutrientes.

No caso de tratamentos de eliminação de competição por cipós, deve-se levar em consideração alguns pontos importantes: o corte deve ser realizado de forma contínua, no mínimo a cada dois anos, visto que, após esse período grande parte dos cipós rebrota (PEREZ-SALICRUP et al. 2001; GERWING e VIDAL, 2002; ALVIRA et al., 2004; PEÑA-CLAROS et al., 2008; CAMPANELLO et al., 2012).

## 5. CONCLUSÕES

Os quatro locais estudados apresentaram castanhais aptos para o manejo visando a produção de frutos, com alguma ressalva para os castanhais do Sororoca em que houve baixa proporção de jovens e adultos em início de produção.

A densidade de castanheiras no Alto Cajari foi quase cinco vezes maior que no Alto Acre, porém a produção de castanha registrada no IBGE para o Estado do Acre é cerca de cinco vezes maior que a do Estado do Amapá, evidenciando que pelo menos a organização das castanheiras em castanhais densos são informações importantes quando se analisa produção. Para o produtor, castanhais do Alto Cajari são mais produtivos que no Alto Acre, enquanto que para os municípios e estado, os castanhais do Alto Acre são mais interessantes.

Os castanhais do Alto Cajari apresentaram árvores com características mais saudáveis para a produção, como forma e posição da copa, bem como ocorrência de cipós. No entanto, em termos de estrutura populacional, os castanhais do Alto Acre se mostraram mais saudáveis em termos de recrutamento, uma vez que, apresenta melhor distribuição dos indivíduos em classes de tamanho.

Os castanhais do Alto Acre apresentaram maior potencial para melhoria na produção individual das árvores quando comparado com os castanhais do Alto Cajari. No entanto, estudos de monitoramento da produção individual e dos castanhais podem indicar a condição produtiva de cada local de estudo, uma vez que a alta densidade pode limitar a produção de frutos pela competição intraespecífica.

## **CAPÍTULO 2: PADRÃO ANUAL DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DE *Bertholletia excelsa* (Bonpl.) EM CASTANHAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

### **1. INTRODUÇÃO**

A castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa*) é um produto altamente significativo na renda do extrativista por ser uma atividade que gera lucros efetivos (FILOCREÃO, 1992), especialmente por ter uma cadeia produtiva consolidada e ser uma atividade de baixo custo. Não é preciso fazer tratos silviculturais de pré-coleta e, em muitos casos os extrativistas só visitam seus castanhais na época da safra. Os custos associados à extração estão relacionados com a mão-de-obra, transporte e tratos pós-coleta (SÁ et al., 2008). Um trato silvicultural praticado por alguns produtores e que promove a melhoria significativa na produção de frutos da castanheira é o corte de cipós infestantes na copa (KAINER et al., 2007). No caso da castanheira, essa atividade quase não tem custo porque pode ser feita na época da coleta da produção.

Por se tratar de uma atividade extrativista, são vários os fatores que interferem na relação de valorização da castanha, sendo o preço o mais importante para o produtor, uma vez que é determinante para a tomada de decisão quanto a coletar ou não os frutos da castanheira (SANTOS et al., 2009)

Dessa forma, ações das lideranças governamentais são fundamentais e, de fato tem gerado resultados positivos, uma vez que a organização de cooperativas e organizações de classe tem dado maior poder de negociação (BRITO et al., 2008). A cadeia produtiva da castanha-da-amazônia pode ser considerada frágil no elo produtivo, pois depende de poucos compradores (CONAB, 2012) e é uma *comoditty* sem uma associação internacional de produtores organizada.

Independentemente do valor da castanha nos mercados nacionais e internacionais, a produtividade dos castanhais é um ponto crucial para o fortalecimento dessa atividade tão importante para a economia e desenvolvimento da Amazônia. Na Amazônia brasileira aproximadamente 25 mil famílias dependem

da renda proveniente do extrativo vegetal. Somente no Estado do Acre, o extrativismo da castanha garante a renda de aproximadamente cinco mil famílias (MACIEL, 2007 *apud* FILOCREÃO, 2008).

As florestas com castanheiras cobrem uma superfície de aproximadamente 325 milhões de hectares na Amazônia, distribuída da seguinte forma: Brasil (300 milhões), Bolívia (10 milhões) e Peru (2,5 milhões) (TONINI, 2007). No Brasil, ocorre em oito Estados, estando presente em 24 Unidades de Conservação e 14 Projetos de Assentamento Sustentável (TONINI, 2007; PNPSM, 2009). De acordo com o IBGE (2011), a produção média de castanha da Amazônia é de aproximadamente 42.152 toneladas, sendo que a região Norte responde por 94,6% dessa produção.

Compreender os fatores que afetam a produção de frutos da castanheira ou mesmo identificar padrões de comportamento de produção de frutos em diferentes regiões da Amazônia deve fazer parte de uma estratégia para buscar formas de aproveitar ao máximo o potencial produtivo desta espécie sem comprometer sua sustentabilidade. O estudo da produção de frutos pode ajudar no planejamento da comercialização do produto, independentemente da região. O monitoramento da produção de frutos em regiões extremas da Amazônia é importante para a tomada de decisões em nível de cadeia produtiva, seja em escala regional, ou local, além de que pode facilitar a tomada de decisões referente a planos de manejo da espécie.

Estudos prévios demonstram que *Bertholletia excelsa* apresenta uma grande variação na produção, tanto entre indivíduos de uma mesma população quanto entre anos para um mesmo indivíduo (ZUIDEMA, 2003; KAINER *et al.*, 2007), com alguma percepção de que a variação populacional ao longo dos anos seja menor (KAINER *et al.*, 2007).

De modo geral os seguintes fatores estão relacionados à variação na produção de frutos: tamanho da árvore medido pelo diâmetro a altura do peito (DAP), posição da copa, infestação por cipós, variação temporal inerente ao indivíduo, fatores climáticos, fatores genéticos, interação com polinizadores, condições de solo e interação com predadores de frutos verdes (TRIVEDI *et al.*, 2004; SOUSA e FERREIRA, 2006; KAREN *et al.*, 2007; TONINI, 2008).

Hoppe *et al.*, (2004) relatam ainda que em algumas espécies perenes a periodicidade na produção de sementes e frutos pode ser provocada pelo esgotamento de nutrientes armazenados e pela perda de folhagens que acompanha a produção, sendo que uma grande produção de frutos em um ano pode acarretar

em pequeno crescimento vegetativo e conseqüentemente baixa produção de frutos no ano seguinte.

Em uma área da Reserva Extrativista Chico Mendes-AC, o diâmetro da árvore (DAP) foi a variável que melhor explicou (56,5%) a variação na produção de frutos (KAINER et al., 2007). Apesar de o DAP explicar grande parte da variação na produção de frutos da castanheira, não é possível prever a produção de determinada árvore com base nesta variável, nem mesmo pelo tamanho da copa que é outro fator determinante.

Estimar produção é um dos passos importantes para o manejo da espécie, pois o sucesso do mesmo passa pela negociação da produção e rentabilidade obtida. A melhor maneira de se estimar a produção é por meio do monitoramento ao longo dos anos, em que se pode obter uma ideia da produção média e de sua variação ao longo do tempo. Informações desse tipo podem ser obtidas pela experiência do extrativista ou pela medição real em campo. Estas informações são importantes não apenas para o manejo, mas também para subsidiar planos de governo voltados para a cadeia produtiva. Diante desse contexto, o presente estudo foi elaborado com o objetivo de verificar os padrões de produção da castanheira em dois Estados da Amazônia brasileira, Acre e Amapá, buscando contribuir com informações para tomada de decisões em futuros planos de manejo da espécie ou mesmo políticas públicas para o fortalecimento da cadeia produtiva da castanha.

Este trabalho foi conduzido buscando responder as seguintes questões:

- Será que há maior ou menor variação da produção de frutos da castanheira ao longo de anos em diferentes regiões da Amazônia brasileira?
- Quais são as taxas de variação anual da produção de castanha em níveis individual e populacional, considerando cada região (AC e AP)?
- Quais fatores explicam a variação na produção de frutos, com base nas variáveis temporais, diâmetro à altura do peito (DAP) e os atributos de copa e lianas?
- A espécie apresenta diferenças no comportamento produtivo em função da região?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Baseado nas perguntas este trabalho foi fundamentado no seguinte objetivo: avaliar o padrão individual e populacional de produção de frutos de castanheira em castanhais nativos nos Estados do Acre e Amapá, ao longo de um período de sete e quatro anos.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Verificar os padrões de produtividade de frutos da castanheira nos três locais de estudo ao longo de anos;
- Avaliar a variação individual e populacional da produção de frutos de castanheiras presentes em três locais da Amazônia brasileira;
- Avaliar a produção de frutos de castanheiras em função do local, ano, classes de tamanho (DAP) e características individuais das árvores;

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área de estudo

O trabalho foi conduzido em duas Unidades de Conservação de uso direto (Reserva Extrativista Chico Mendes, no Acre e Reserva Extrativista do Rio Cajari, no Amapá) e em um Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE Chico Mendes, no Acre).

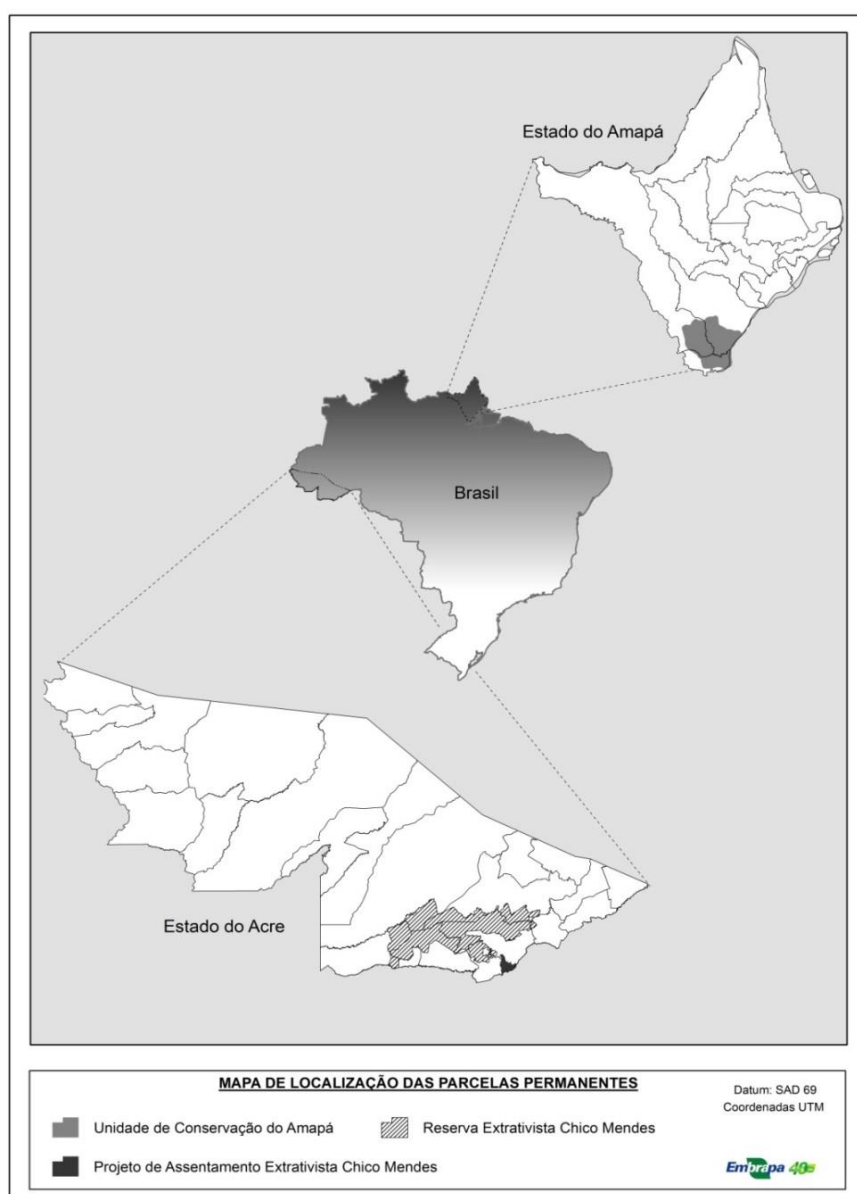


Figura 2. 1- Localização das áreas de coleta nos dois Estados (Fonte: Daniel de Almeida Papa, 2013).

No Acre, foram avaliados dois castanhais distantes entre si cerca de 30 km. Um castanhal está localizado no Seringal Filipinas, Resex Chico Mendes, município de Epitaciolândia e outro no Seringal Cachoeira, PAE Chico Mendes, município de Xapuri. As áreas de estudo dentro destes castanhais foram de 420 ha e 380 ha, respectivamente.

No Amapá, o estudo foi conduzido em três castanhais, sendo dois na Comunidade do Marinho distantes entre si 1 km e um na comunidade do Martins cerca de 8 km distante dos demais. Todos os castanhais pertencem à Unidade de conservação do Amapá apresentado na figura 2.1, (Reserva Extrativista do Rio Cajari-RESEX-CA).

O clima na região do estudo no Acre é classificado, segundo Köppen, como do tipo *Am* (clima tropical úmido), com temperatura média anual variando entre 26 e 27° C e uma estação seca reduzida. A temperatura média é de aproximadamente 25°C (Acre, 2000), e breves períodos de friagem vindos do Sul são comuns durante a estação seca com temperaturas caindo a 8°C. Os solos na região são classificados pelo sistema brasileiro como Argissolos (ACRE, 2000). O período mais quente ocorre nos meses de setembro a novembro com médias máximas de 38° C, e o período mais frio ocorre de junho a agosto com médias mínimas de 20°C. A precipitação média anual varia de 1.800 a 2.200 mm (Ibama, 2006). No Amapá, a região de estudo, situa-se na transição de clima tropical de savana (*Aw*) para tropical de monção (*Am*), segundo a classificação de Köppen (PEEL et al. 2007). A temperatura média anual é de 25°C, com mínima de 18°C e máxima de 31,5°C. Segundo RADAM BRASIL (1974), a precipitação anual situa-se entre 2.000 e 3.250 mm, concentrando mais nos meses de dezembro a junho. Outubro é o mês mais quente e o período de fevereiro a abril o mais frio. Podzólico Vermelho-amarelo, Latossolo Vermelho-amarelo distrófico de são os principais tipos de solo encontrado na região (RADAMBRASIL, 1974).

A vegetação na região de estudo do Estado do Acre é caracterizada pelo Domínio de Floresta Ombrófila Aberta, podendo ocorrer grande concentração de palmeiras, ou bambus e/ou cipós (IBGE, 2012). Apresenta em algumas áreas manchas de floresta baixa com grande concentração de cipós, o sub-bosque é denso e apresenta também muitas clareiras naturais (ACRE, 2000). No Amapá, a vegetação na região de estudo é caracterizada pelo Domínio de Floresta de aproximadamente 50 m de altura, onde se observa uma vegetação com dossel

uniforme e emergente e um sub-bosque ralo ou ausente, com árvores emergentes de aproximadamente 50 metros de altura (IBGE, 2012). Nessas áreas há grandes concentrações de castanhais, aglomerados de castanheiras denominados castanhais (FUNI e PAESE, 2012), o que dificilmente é observado nas florestas do Estado do Acre.

### **3.2. Amostragem e coleta de dados**

Como a densidade de castanheiras no Estado do Acre é baixa o inventário foi feito na área total de uma propriedade (Colocação) em cada Seringal e posteriormente, selecionado um conjunto de árvores, com base em classes de diâmetro (conforme WADT et al., 2005) para o monitoramento da produção. No Amapá, o monitoramento da produção foi feito em todas as castanheiras inventariadas dentro de parcelas permanentes de 9 há.

O inventário das castanheiras consistiu no mapeamento e coleta dos seguintes dados, conforme metodologia descrito por Kainer et al., (2007): posição geografia da castanheira, diâmetro a altura do peito (DAP), altura total, caracterização da copa (forma e posição) e presença e ausência de cipó. Foram realizadas a relação de produção de frutos com presença e ausência de cipó.

No Seringal Filipinas, RESEX-CM, um inventário de 568 árvores de castanheiras com  $DAP \geq 10$  cm foi feito no período de 2001-2002 (WADT et al., 2005). Em 2008-2009 foi feito um inventário semelhante no Seringal Cachoeira, PAE-CM onde foram mapeadas 347 castanheiras com  $DAP \geq 10$  cm. Para o monitoramento da produção no Seringal Filipinas utilizou-se as mesmas árvores de estudo anterior (KAINER et al. 2007). No PAE-CM, foram selecionadas 149 árvores utilizando a mesma metodologia aplicada por Kainer et al., (2007).

As árvores selecionadas foram visitadas a cada ano, sempre na segunda quinzena de fevereiro, para coleta de dados de produção que consistiu na contagem do número de frutos caídos debaixo da copa, após a dispersão primária dos frutos. Na RESEX-CM esse monitoramento foi feito por sete anos (2007 a 2013) e no PAE-CM por quatro anos (2010 a 2013).

### 3.3. Análise de dados

A variabilidade na produção individual de frutos ( $xCV_i$ ) foi determinada pelo cálculo do coeficiente de variação de frutos de cada árvore por ano, sendo posteriormente calculada a média destes coeficientes de variação (KELLY e SORK, 2002). A variação na produção de frutos em nível da população ( $CV_p$ ) foi determinada pelo coeficiente de variação na produção média anual por árvore ao longo dos anos (KELLY e SORK, 2002).

A sincronidade de frutificação da população ( $xPCC$ ) foi determinada pelo coeficiente de correlação de Pearson para todos os pares de árvores na amostra, e então calculado a média desses coeficientes de correlação (SNOOK et al., 2005).

A produção de frutos foi modelada em função dos anos, com os atributos de árvore agindo como covariáveis. Todas as análises foram feitas no programa estatístico SAS, version 9.1. Um modelo misto foi construído com as variáveis quantitativas (DAP) e qualitativas (local, posição e forma da copa, e presença de cipós). Para a análise de produção de frutos com variável cipó, a produção de frutos foi classificada em latas seguindo metodologia de WADT (2005).

Como a produção de frutos foi coletada anualmente em árvores localizadas em áreas de florestas contíguas, os dados tiveram uma estrutura de correlação espacial e temporal. Uma abordagem de efeitos mistos, representando os grupos geográficos e medidas repetidas garantiu a correta formação da matriz de covariância dos erros e testes adequados de significância. O ano de medição foi tratado como medida repetida, mas não como uma resposta linear desde que se sabe que produção por ano não segue uma tendência linear.  $DAP^2$  foi incluído no modelo, desde que estudo prévio mostrou uma relação quadrática entre produção de frutos e DAP (WADT et al., 2005).

Usando o PROC MIXED, os parâmetros do modelo foram definidos por máxima verossimilhança, e várias estruturas de covariância dos erros foram testados. Os resultados do modelo foram comparados utilizando critérios de informação de Akaike (AIC, Akaike, 1973), e pelo exame visual para testar a normalidade e homocedasticidade do modelo residual. Interações de segunda ordem e depois covariáveis foram incluídas nas primeiras iterações do modelo, e aquelas que não melhoraram o AIC (menores valores) foram retiradas sequencialmente, como recomendado por Burnham e Anderson (2002).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Padrão de produção de frutos

Tabela 2.1- Tamanho amostral e número médio anual de frutos produzidos por árvores em cada local.

| Local     | N   | Produção Média     |
|-----------|-----|--------------------|
| PAE-CM    | 149 | 177,5 <sup>a</sup> |
| RESEX-CM  | 122 | 95,2 <sup>b</sup>  |
| RESEX-CA  | 144 | 108,2 <sup>b</sup> |
| • Marinho | 58  | 126,4              |
| • Martins | 86  | 100,1              |

Teste t, letras diferentes na coluna indicam diferenças estatísticas na produção média anual de frutos.

O número médio de frutos de *B. excelsa* produzidos por árvore por ano foi diferente entre os locais com maior produção média no PAE-CM (Tabela 2.1).

Os castanhais diferiram em relação às características das árvores (Tabela 2.2), especialmente quanto à ocorrência de cipós. Na RESEX-CM registrou-se uma maior infestação por cipós. Das árvores de *B. excelsa*, avaliadas em cada local, observou-se que a maior proporção de árvores com alta produção média anual foi registrada no PAE-CM com mais de 30% produzindo, em média, mais de três latas de castanha a cada ano (Figura 2.2).

Analisando a média anual de produção de frutos, é notório que este parâmetro para PAE representa maior produção que as demais áreas, uma vez que, a produção média anual de frutos dos dois locais, Resex-CM e Resex-Ca, representam cerca 47% e 62% respectivamente da média anual de produção do PAE- Chico Mendes.

Na Bolívia, em um levantamento da produção de frutos num período de cinco e três anos, Zuidema e Boot (2002) encontraram uma produção média 184 e 139

frutos respectivamente. No Brasil, Kainer et al., (2007) encontraram uma média de 66 frutos nas mesmas castanheiras na Resex-CM, no período de 2002 a 2006, porém a partir de 2008 a média de produção destas castanheiras aumentou para 109,7 frutos. A metodologia aplicada Zuidema e Boot (2002) consistiu na escolha somente dos indivíduos produtivos, nas árvores que frequentemente os extrativistas coletam, podendo haver uma certa tendência para a escolha dos indivíduos que mais produzem frutos. De acordo com Kainer et al., (2007) em muitos casos os extrativistas não coletam nas árvores que produzem poucos frutos, uma vez que pode não compensar o esforço. Outro ponto levantado pelo trabalho de Kainer et al. (2007) é o fato da representatividade da produção ao longo de anos, pois no estudo de Zuidema e Boot (2002) os dados foram levados três e quatro anos em 53 e 40 castanheiras.

O padrão de produção dos castanhais das RESEX's CA e CM foi similar, sendo que 36% das árvores praticamente não produziram frutos (Figura 2.2) e menos de 50% foi responsável por 87% e 79% da produção total da RESEX-CA e RESEX-CM, respectivamente. No PAE-CM, o castanhal se mostrou superior com apenas 23% de árvores improdutivas e quase quatro vezes a proporção de árvores de alta produtividade (mais de três latas por ano).

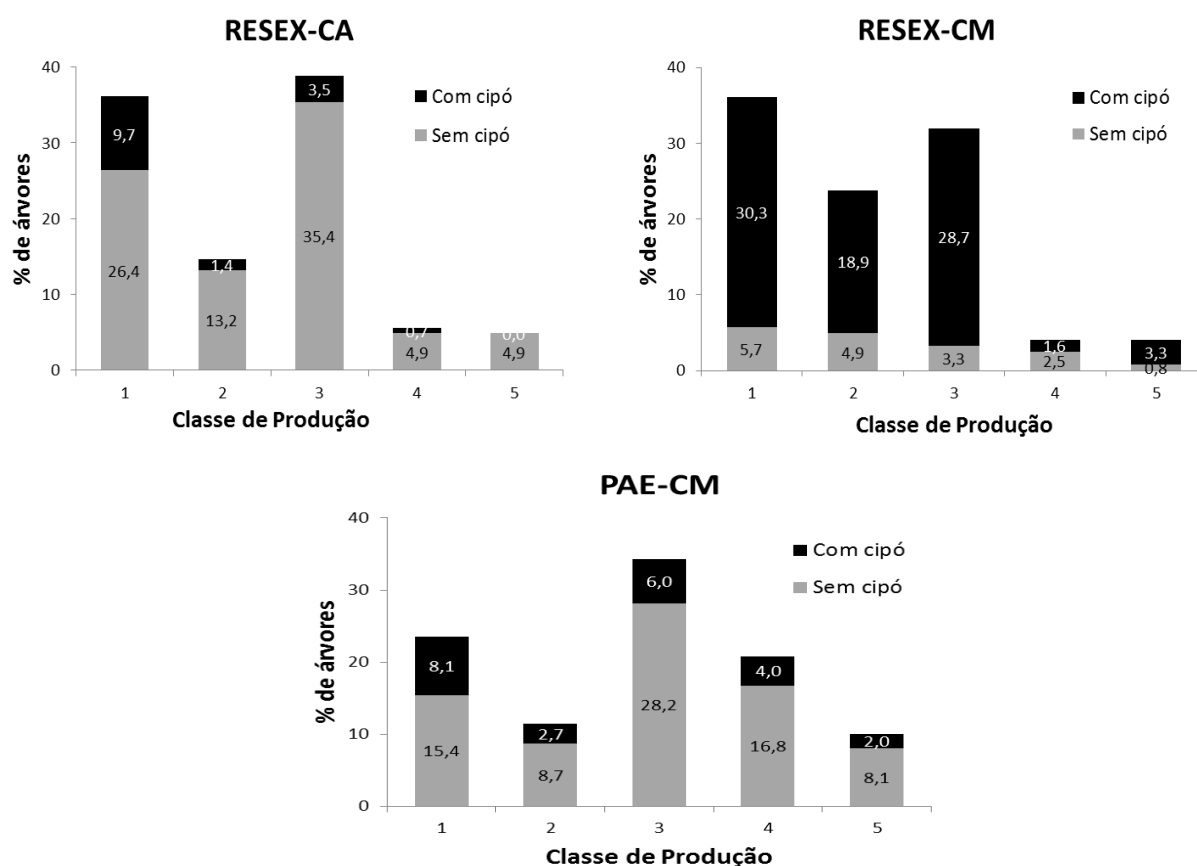


Figura 2.2- Porcentagem de árvores em cada uma das classes de produção e detalhe da proporção de árvores com e sem cipós na copa. Classes de produção: 1 = menos de meia lata; 2 = de meia a uma lata; 3 = de uma a três latas; 4 = de três a cinco latas; e 5 = mais de cinco latas.

#### 4.2. Fatores que afetam a produção

Os efeitos fixos significativos que explicaram produção de frutos nos quatro castanhais analisados em três locais da Amazônia foram semelhantes aos detectados por Kainer et al., (2007) na RESEX-CM (ano, DAP<sup>2</sup>, forma da copa, carga de cipós), porém com efeitos muito significativos para castanhal, ano, DAP, forma da copa e suas interações (Tabela 2.2). Castanhal foi considerado como efeito fixo devido a diferença de comportamento entre castanhais.

Tabela 2.2- Modelo misto final explicando a variação na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

| Efeitos          | GL | Valor F | Sig.   |
|------------------|----|---------|--------|
| Castanhal        | 3  | 10.68   | <.0001 |
| Ano              | 6  | 5.58    | <.0001 |
| Castanhal*Ano    | 15 | 7.51    | <.0001 |
| DAP              | 1  | 29.57   | <.0001 |
| DAP*Castanhal    | 3  | 6.42    | 0.0003 |
| DAP <sup>2</sup> | 1  | 13.47   | 0.0003 |
| Forma_copa       | 2  | 17.58   | <.0001 |
| Ano*_Forma_copa  | 12 | 1.78    | 0.0468 |
| Cipo             | 1  | 2.75    | 0.098  |
| Ano*Cipo         | 6  | 2.74    | 0.0119 |

Embora tenha havido significativa interação entre ano e DAP, esta foi apenas em magnitude quando analisando todas as árvores, pois todas as classes de tamanho alteraram em produção na mesma direção conforme o ano (Figura 2.3). Não se observou alteração no comportamento da classe de DAP em anos diferentes e no geral as castanheiras menores produziram menos.

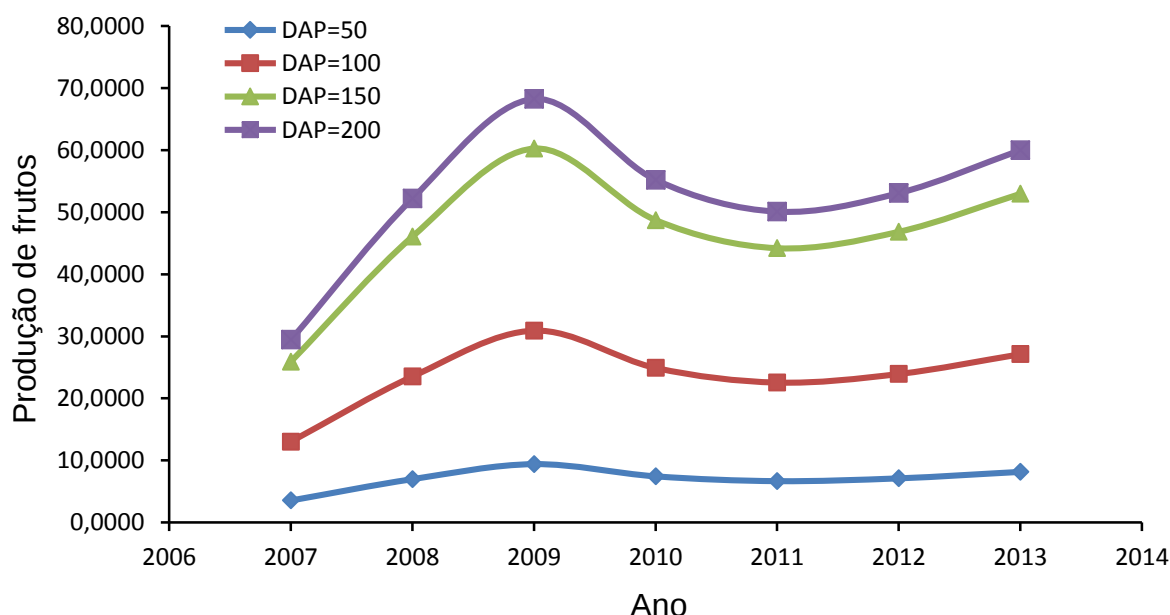


Figura 2.3- Produção de frutos de *Bertholletia excelsa* de diferentes tamanhos (classes de DAP), ao longo dos anos de 2007 a 2013.

Analisando o efeito da interação castanhal\*DAP na produção de frutos (Figura 2.4), verifica-se um determinado padrão para o PAE-CM, em qualquer classe de tamanho o castanhal do PAE-CM teve uma produção significativamente maior que os outros. O Castanhal do Marinho apresentou maior produção que Martins na RESEX-CA e RESEX-CM a partir do DAP > 150 cm, tendo uma produção similar ao PAE-CM apenas para as castanheiras com DAP > 200 cm. Harper e White (1974) relacionaram a produção de sementes com a idade da árvore, afirmando que na sua maioria as árvores produzem mais frutos em um estágio de vida que ficou denominado como meia-idade, a qual pode durar de décadas a séculos seguidos por um declínio da produção e senescência.

Os castanhais da RESEX-CM e RESEX-CA Martins apresentaram um leve declínio na produção para as maiores classes, enquanto que os castanhais da RESEX-CA Marinho e PAE-CM a produção foi aumentando com o tamanho, sendo que no PAE-CM houve uma tendência de estagnação a partir do DAP de 150 cm. Esses resultados de produção das maiores árvores precisam ser interpretados com cautela, visto que o número de árvores nas classes de DAP de 150 a 200 cm e > 200 cm foi pequeno (Figura 2.5). Os padrões de produção de frutos de castanheiras do PAE e a Resex-CA em função do DAP apresentou características semelhantes ao encontrado por Snook et al., (2005) no México, para o Mogno (*Swietenia*

*macrophylla*), visto que, os indivíduos dessa espécie apresentaram padrão de produção de frutos em que a produção continuou a aumentar com o aumento do DAP.

Diferentemente do encontrado por Kainer et al., (2007), onde os indivíduos mais produtivos são os de classes intermediárias entre 100 a 150. Segundo Wadt et al., (2008) para os indivíduos nesta classe, os autores classificaram como aqueles que estão do auge produtivo, sendo que para os indivíduos nas classes superiores essa produção tende a decair (GULLISON et al., 1996; KAINER et al., 2006; TONINI et al., 2008.) diferente do comportamento produtivo apresentado pelas castanheiras presentes no Cachoeira- PAE-CM e Marinho- Resex-CA.

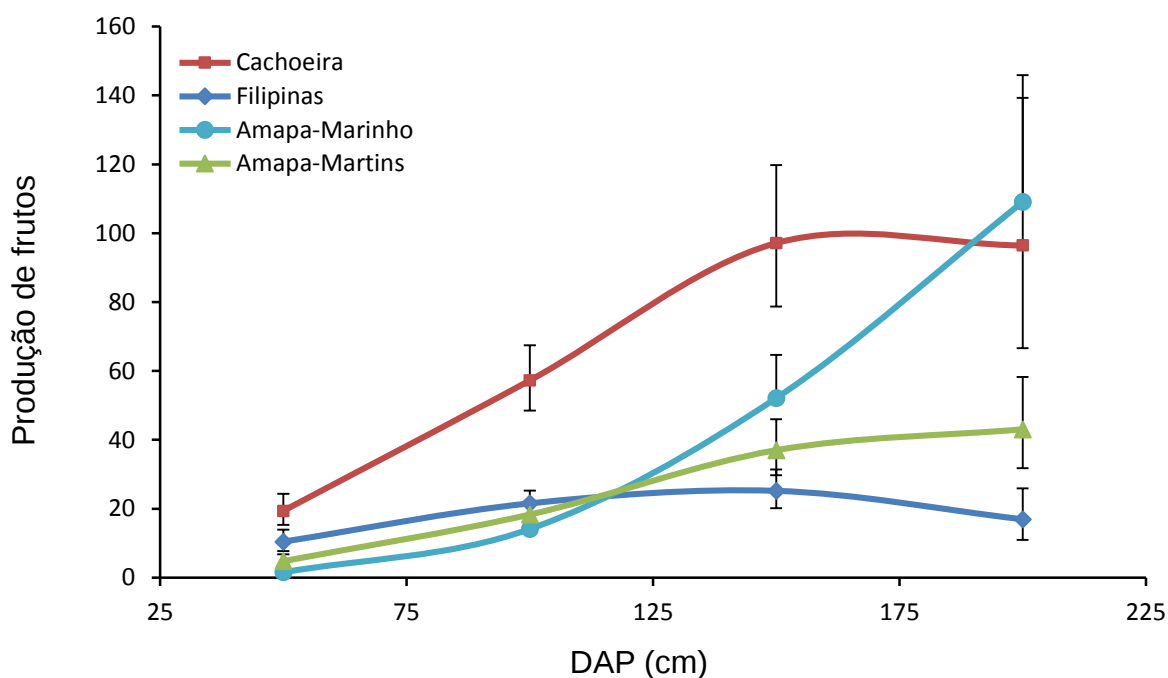


Figura 2.4- Efeito da interação Castanhal\*DAP na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

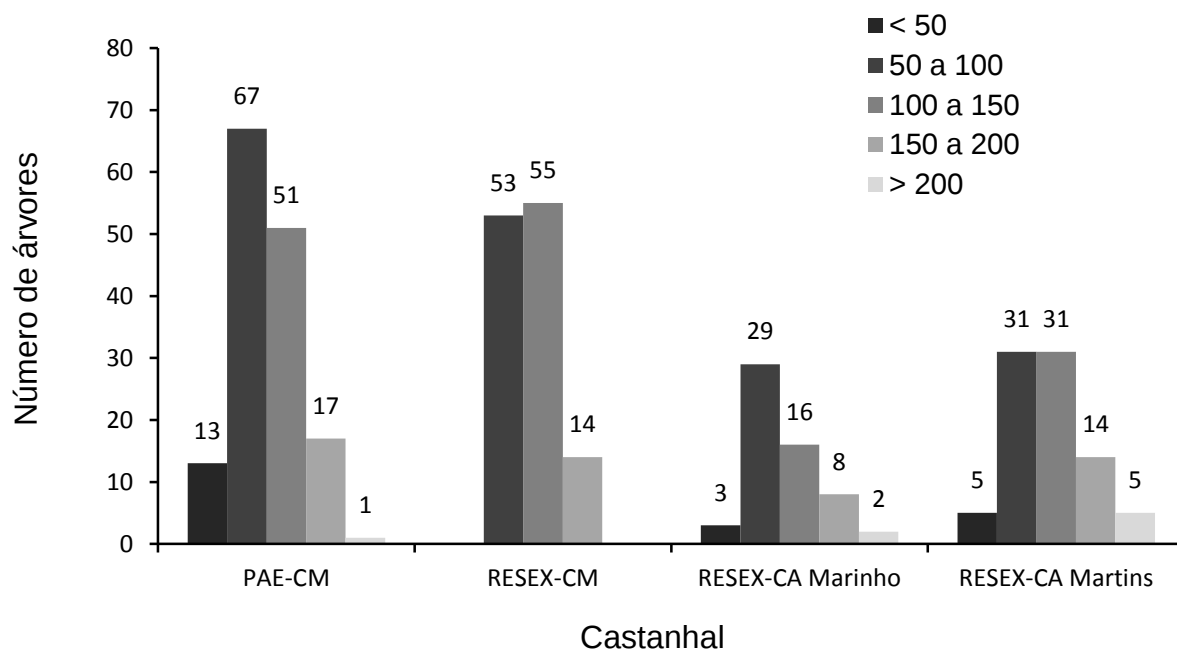


Figura 2.5- Número de castanheiras nas cinco classes de tamanho (DAP) em cada castanhal.

Analisando agora o efeito da interação castanhal\*ano na produção de frutos, porém assumindo que todas as outras variáveis (diâmetro médio, cipó e forma da copa) são semelhantes, observa-se que houve uma diferença significativa na produção do PAE-CM em relação aos outros castanhais (Figura 2.6). A tabela 2.6 mostra também que o castanhal da RESEX-CM e da RESEX-CA Martins apresentaram maior variação na produção ao longo dos anos, conforme verificado pelo valor de CVp. No entanto, verificou-se que de 2007 a 2010 esses castanhais tiveram uma variação sincrônica, o que foi invertido a partir de 2011, pois enquanto um castanhal aumentou a produção o outro diminuiu.

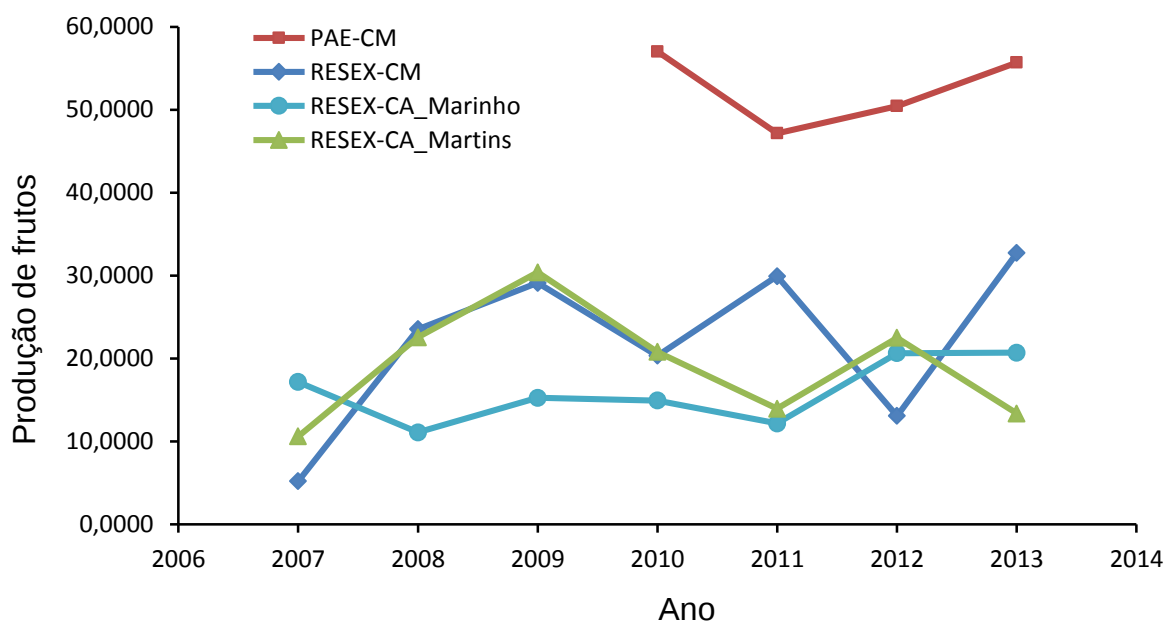


Figura 2.6- Efeito da interação Castanhal\*Ano na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

Variáveis como forma da copa e presença de cipó na copa das castanheiras também afetaram a produção com interação significativa com ano (Tabela 2.2).

O efeito das interações forma da copa\*ano e presença de cipó\*ano na produção de frutos, também assumindo que todas as outras variáveis são semelhantes, mostrou que geralmente as melhores formas de copa resultam em melhor produção (Figura 2.7), assim como castanheiras sem cipó também produzem melhor que aquelas com cipós (Figura 2.8), como já mostrado em outros estudos (WADT et al., 2005; KAINER et al., 2006 e 2007), embora a magnitude da produção dependeu do ano.

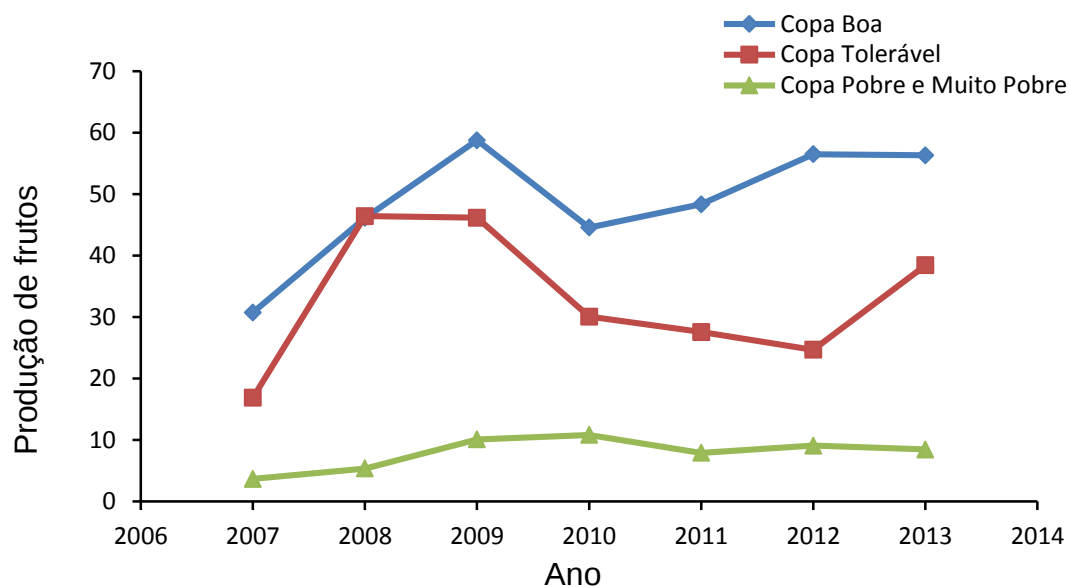


Figura 2.7- Efeito da interação Forma da copa\*Ano na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

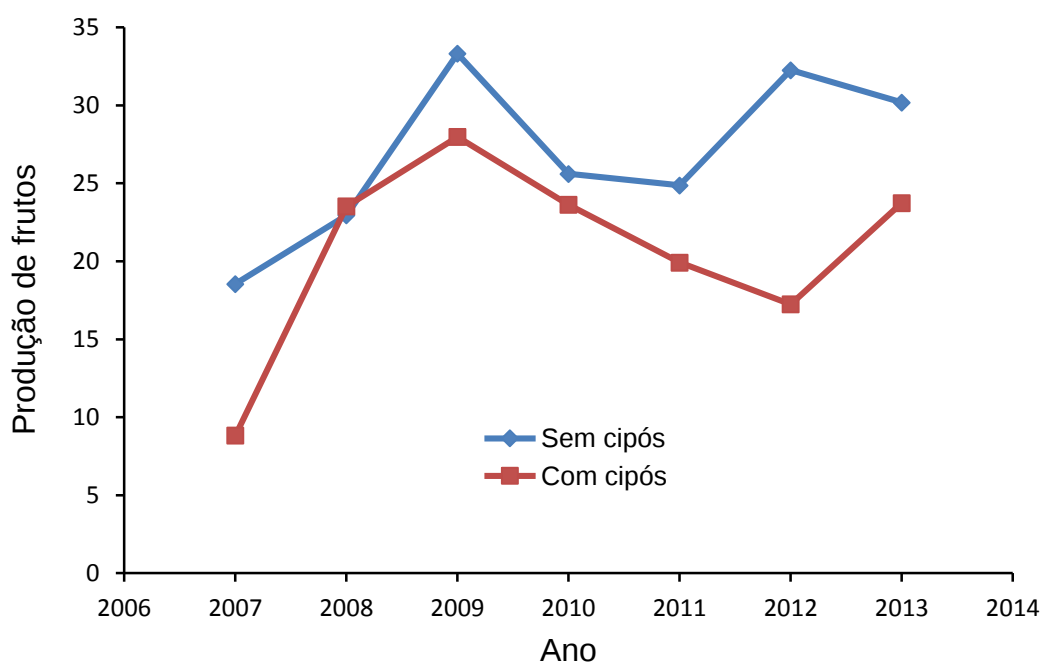


Figura 2.8- Efeito da interação Presença de cipó\*Ano na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

Por alguma razão, em 2012 a diferença de produção das castanheiras com e sem cipó e também as com copa boa e tolerável foram maiores do que em outros anos, ou seja, o efeito dessas variáveis foi mais marcante.

Em todas essas interações observou-se uma baixa produção no ano de 2007 com aumento sucessivo da produção até 2009, acompanhado de outro ciclo de

redução na produção nos anos de 2010 e 2011. Talvez uma possível explicação para o aumento da produção das castanheiras no caso da Resex-CM, a partir de 2008, foi possivelmente à “economia” de nutrientes pela planta no ano de 2005 e 2006 na Resex-CM (KAINER et al., 2007; HOPPE et al., 2004) e com liberação em 2007, o que refletiu em maior produção a partir ano de 2008. Embora nesse estudo não se tenha avaliado o efeito de variáveis microclimáticas, sabe-se que em 2005 e 2010 houveram secas muito severas na Amazônia, as piores dos últimos 100 anos (LEWIS et al., 2011). Provavelmente essas secas foram as responsáveis pela baixa na produção nos anos de 2006 (KAINER et al., 2007). Talvez esse fato ambiental seja o principal responsável pela variação na produção populacional entre anos, com exceção para aquelas árvores com copa pobre ou muito pobre onde a produção sempre foi baixa independente do ano.

#### **4.3. Variação na produção de frutos**

A variação anual na produção de frutos em nível de castanhal (CVp) e de castanheiras individuais (xCVi) diferiu entre locais (Tabela 2.3). O castanhal da RESEX-CM foi o que apresentou maior variação de produção em nível populacional, embora essa mesma população tenha apresentado uma baixa variação populacional em estudo prévio realizado de 2002 a 2006,  $CVp = 0,1974$  (KAINER et al., 2007). Os castanhais da RESEX-CA, Marinho e Martins, apresentaram variação distintas, sendo o Marinho semelhante ao PAE-CM e o Martins semelhante à RESEX-CM. No geral, todos os castanhais apresentaram baixa variação anual na produção da população, segundo Snook et al., (2005).

Com relação à variação na produção individual das castanheiras ao longo dos anos, o castanhal da RESEX-CM continuou sendo o de maior variação, com valores semelhantes aos resultados encontrados por Kainer et al., (2007) para essa mesma população (xCVi= 0,8894). Os castanhais do Amapá (RESEX-CA) também apresentaram moderada variação, enquanto que o castanhal do PAE-CM teve uma baixa variação individual (Tabela 2.3).

Tabela 2.3. Variação anual na produção de frutos em nível populacional e individual, considerando castanhais.

|                  | CVp   | xCVi  | xPCC  | Produção<br>Mín. e máx. |
|------------------|-------|-------|-------|-------------------------|
| RESEX-CA-Marinho | 0,155 | 0,808 | 0,095 | 58 – 1.111              |
| RESEX-CA-Martins | 0,305 | 0,756 | 0,156 | 191 – 1.027             |
| PAE-CM           | 0,101 | 0,558 | 0,032 | 53 – 1.006              |
| RESEX-CM         | 0,408 | 0,919 | 0,256 | 0 - 1150                |
| Todos            | 0,172 | 0,757 | 0,023 |                         |

A sincronia de produção avaliada pelo xPCC indica como a população respondeu em relação à produção de frutos a cada ano, ou seja, dá uma ideia se todas as árvores da população tiveram um mesmo comportamento em determinado ano. Os resultados mostraram que o castanhal da RESEX-CM foi o que apresentou maior sincronia, apesar de ser um valor considerado baixo. No entanto, comparando este valor de xPCC de 0,256 com o valor de 0,056 registrado para essas mesmas árvores no período de 2002 a 2006 em que a variação na produção da população foi menor. Parece que quando há menor variação na população menor é a sincronia, fato que pode ser explicado pela magnitude do efeito ambiental sobre a produção de frutos em determinado ano. Quando a variação da população ao longo de anos é baixa, é porque a produção baixa de uma árvore é compensada pela alta produção de outra, mantendo a produção média do castanhal mais constante.

Os resultados deste trabalho em conjunto com os de Kainer et al., (2007) evidenciam que não se pode definir padrão de produção com poucos anos de avaliação, pois o comportamento de produção altera com o tempo sendo muitas as variáveis e suas interações que determinam produção de frutos em *Bertholletia excelsa*. O mesmo conjunto de árvores apresentou padrão de produção diferenciado em períodos distintos (2001 a 2006 e 2007 a 2013), talvez em função das severas secas registradas para a Amazônia nos anos de 2005 e 2010. De acordo com

Zywiec et al., (2003), padrões de produção de frutos não são necessariamente semelhantes entre locais próximos.

#### 4.4. Efeito de local na produção de frutos

Todos os resultados mostraram uma maior produção de frutos por árvore por ano no PAE-CM que está localizado no Acre. Os castanhais da RESEX-CA Marinho e RESEX-CA Martins apresentaram algumas diferenças entre eles e algumas semelhanças com os castanhais do Acre. De um modo geral, os castanhais da RESEX-CA Marinho tiveram semelhança com o PAE-CM e os castanhais da RESEX-CA Martins com a RESEX-CM (Tabela 2.4).

Analisando o efeito de Estado (AC e AP) na produção, no período de 2010 a 2013, observou-se um efeito significativo de ano e da interação Estado\*Ano (Tabela 2.4). Os menores valores médios quadrados mostraram que em 2011 e 2013 os castanhais do Acre produziram mais que os do Amapá (Figura 2.9).

Tabela 2.4- modelo de produção de frutos para todas as árvores consideração os dois Estados.

|            | Num | Den  | <i>F</i>     |                  |
|------------|-----|------|--------------|------------------|
| Efeitos    | DF  | DF   | <i>Value</i> | <i>Pr &gt; F</i> |
| ESTADO     | 1   | 4.95 | 1.65         | 0.2559           |
| Ano        | 3   | 1216 | 4.74         | 0.0027           |
| ESTADO*Ano | 3   | 1216 | 18.82        | <.0001           |

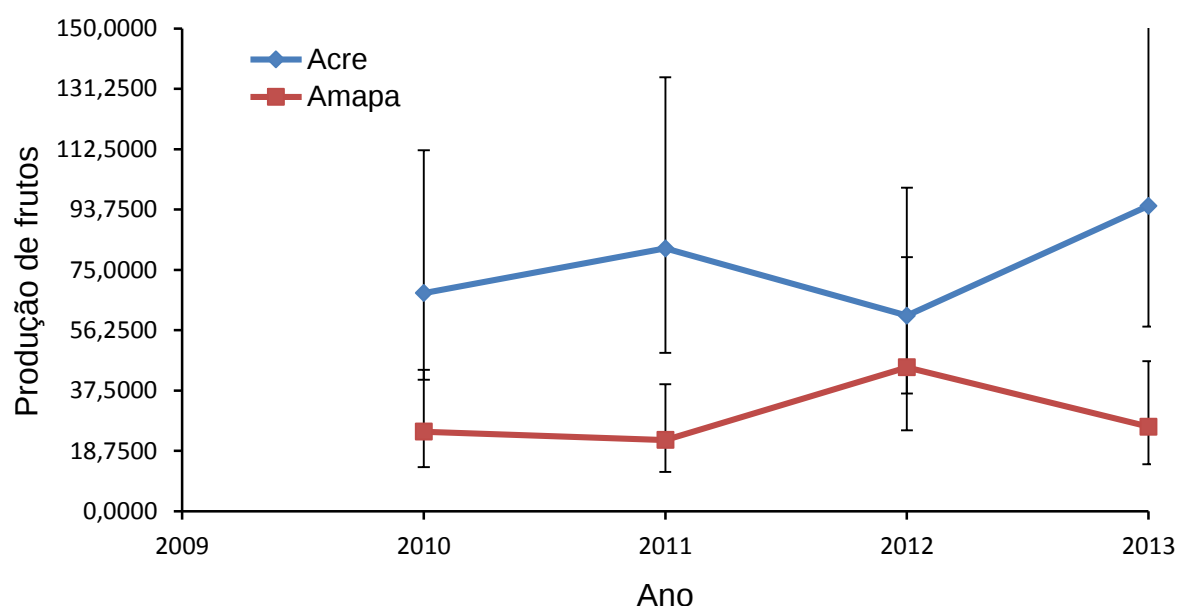


Figura 2.9- Efeito da interação Estado\*Ano na produção de frutos de *Bertholletia excelsa*.

A produtividade estimada para esses castanhais foi bastante distinta, com a RESEX-CM e a RESEX-CA Martins, apresentando a menor ( $12,5 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ) e maior ( $159,4 \text{ Kg.ha}^{-1}$ ) produtividade, respectivamente.

Os dados de produção total mostraram correlação positiva entre os castanhais do Amapá e destes com o castanhal do PAE-CM. Nenhuma correlação do PAE-CM foi observada com o castanhal da RESEX-CM que está na mesma região (Alto Acre). O castanhal da RESEX-CM apresentou uma correlação negativa com RESEX-CA Martins (Tabela 2.5). Essa correlação negativa foi observada especialmente nos anos de 2011 a 2013 (figura 2.9).

Tabela 2.5- Coeficientes de correlação da produção de frutos da castanheira entre os castanhais.

|                  | RESEX-CA<br>Martins | PAE-CM   | RESEX-CM  |
|------------------|---------------------|----------|-----------|
| RESEX-CA Marinho | 0.591***            | 0.813*** | -0.393    |
| RESEX-CA Martins |                     | 0.571*   | -0.783*** |
| PAE-CM           |                     |          | -0.325    |

\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$

Os castanhais da RESEX-CM e da RESEX-CA Martins foram os que apresentaram menor produção média anual por árvore e também os que apresentam mais competição com outros indivíduos. Na RESEX-CM a ocorrência de cipós foi maior (Figura 2.2) e na RESEX-CA Martins a densidade de castanheiras foi de 9,6 ind.ha<sup>-1</sup>, a maior de todas. Uma hipótese a ser testada seria o efeito da competição com outras árvores e formas de vida (cipós) na produção da população, pois o padrão de variação anual e individual das castanheiras desses dois locais foi semelhante.

No geral, as castanheiras presentes no Estado do Acre produzem maiores quantidades de frutos independentemente do ano. As castanheiras apresentam variação da produção de frutos semelhantes de um ano para outro dentro de cada Estado. Uma hipótese levantada a partir deste trabalho é que a competição intraespecífica pode afetar a produção de frutos da castanheira. De acordo com Anning e McCarthy (2013), a concorrência pode afetar diretamente a disponibilidade e aquisição de recursos tais como: luz, água nutrientes espaço físico, o que pode refletir em profundas implicações para a ecologia e manejo florestal de uma determinada espécie florestal. Dessa forma, isso poderia ser uma explicação da menor produção de frutos das castanheiras no Amapá quando comparado com as Castanheiras analisadas no Estado do Acre. Tonini et al., (2008), afirma que a concorrência com árvores de outras espécies, não afeta significativamente a produção de frutos.

## 5. CONCLUSÕES

Apesar de quase todas as variáveis testadas terem entrado no modelo misto para explicar produção de frutos de *Bertholletia excelsa*, ano foi a variável mais marcante talvez pela ocorrência de duas secas severas durante o período do estudo.

Castanhais em locais tão distantes como Acre e Amapá, apresentaram padrões de produção de frutos semelhantes, com diferenças sendo influenciadas mais pelas condições abióticas do que da espécie. A presença de cipós na copa afeta negativamente a forma da copa que por sua vez afeta a produção de frutos; ano foi uma variável muito importante e talvez correlacionada com alterações climáticas como apresentado acima. O castanhal do PAE-CM se destacou em produção e eficiência produtiva, uma vez que apresentou baixa variação individual e populacional ao longo dos anos. O castanhal do PAE-CM indicam que este deve ter matrizes com genótipo interessante para a seleção visando alta produtividade de castanhais, em programas de melhoramento.

Estudos biológicos sobre produção de frutos em espécies arbóreas são complexos e não é viável estimar produção sem uma boa base de dados e com monitoramentos em períodos curtos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A principal contribuição deste trabalho reforça a importância do corte de cipó para o potencial produtivo de frutos da castanheira, como mostrado por outros autores, uma vez que árvores sem cipó, indica arvores saudáveis, dominantes e com melhores categorias de copa.

Este trabalho também reforça a importância das pessoas para vegetação de castanheiras com estruturas estáveis, ou seja, a presença humana ajuda no recrutamento de novos indivíduos dessa espécie, áreas afastadas e abandonadas tende vegetação de castanheiras desbalanceadas, diferentemente do que é mostrado por alguns autores como Peres et al., (2003).

Outra contribuição é o levantamento da hipótese de que a competição interespecífica prejudica na produção de frutos, uma vez que locais com altas densidades de castanheiras produtivas, em torno de 9 a 12 ind.ha<sup>-1</sup>, produzem menos frutos do que locais onde se observa densidades de castanheiras menores, em torno de 2,2 ind.ha<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Sistema nacional de informações florestais- Produtos não madeireiros. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/producao>. Acesso em: 15/ 05/2013.

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente** – documento final. Rio Branco: SECTMA, V.1, 2000.

AKAIKE, H. **Information theory as an extension of the maximum likelihood principle**. In: Pretrov, B.N., Csaki, F.F. (Eds.), Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory. Akademiai Kiado, Budapest, Hungary, pp. 267–281. 1973.

ALLEGRETTI, M. H. Reservas extrativistas: parâmetros para uma política de desenvolvimento sustentável na Amazonia. **Revista Brasileira de Geografia**. v. 54, n.1, p.5-23. 1992.

ALMEIDA, A. W. B. Terras tradicionalmente ocupadas: processos de territorialização e movimentos sociais. **Revista Brasileira de estudos urbanos e regionais**, v. 6, n. 1. p 9-32. 2004.

ALMEIDA, L. S. Produtos florestais não madeireiros em área manejada: análise de uma comunidade na região de influência da BR 163, Santarém, 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal Rural da Amazônia, Pará.

ALVIRA, D. et al. Liana loads and post-logging liana densities after liana cutting in a lowland forest in Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v.190, n.1, p. 73-86. 2004.

ANNING, A. K.; McCartly, B. C. Competition, size and age affect tree growth response to fuel reduction treatments in mixed-oak forests of Ohio . **Forest Ecology and Management**, v. 307, p. 74–83. 2013.

APIZ- ASSOCIAÇÃO DO POVO INDÍGENA ZORÓ. Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha-do-Brasil: Capacitação e intercâmbio de experiências entre os povos da Amazônia Mato-Grossense com manejo de produtos florestais não-madeireiros. 2008.

ARNOLD J. E. M.; RUIZ-PERES M. R. Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives? **Ecological Economics**, v. 39, n. 3, p. 437–447. 2001.

BAIDER, C. **Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. (Lecythidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia oriental**. 2000. 217 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências. São Paulo.

BAILEY, R. L.; DELL, T. R. Quantifying diameter distribution with the Weibull-function. **Forest Science**, Bethesda, v. 19, n. 2, p. 97-104. 1973.

BALZON, D. R. et al. Aspectos mercadológicos de produtos florestais não madeireiros – análise retrospectiva. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 363-371. 2004

BOOT, R. G. A.; GULLISON R. E. Approaches to developing sustainable extraction systems for tropical forest products. **Ecological Applications**, v.5, n.4, p.896-903. 1995.

BRASIL . Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1.º, incisos I, II, III e IV da Constituição Federal, Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, Seção1, pt. 1. 2000.

BRITO, V. G. P. et al. A Dinâmica Política no Espaço Organizacional: um Estudo das Relações de Poder em uma Organização Cooperativa Relações de Poder em uma Organização Cooperativa. **RAC-Eletrônica**, v. 2, n. 1, p. 141-154. 2008.

BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. **Model Selection and Multi-Model Inference: A Practical Information-Theoretic Approach**, second ed. Springer-Verlag, New York, NY, USA. 2002.

CAC- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Proposed draft maximum level for total aflatoxins in brazil nuts. ALINORM 10/33/41—**Appendix VI Joint FAO/WHO Food Standards Program**, FAO, Rome (2010), p.58.

CALDERARI, T.O. et al. The biodiversity of *Aspergillus* section *Flavi* in brazil nuts: From rainforest to consumer. **International Journal of Food Microbiology**, v. 160, n. 3, p. 267–272. 2013.

CAMPANELLO, P. I et al. Liana abundance, tree crown infestation, and tree regeneration ten years after liana cutting in a subtropical forest. **Forest Ecology and Management** (2012), pp 213-221.

CAMPOS, I. A sustentabilidade da agricultura na amazônia. **NAEA** Nº 278, ISSN 15169111. Belém, junho de 2011. Disponível em: [www.ufpa.br/naea/pdf.php?id=473](http://www.ufpa.br/naea/pdf.php?id=473). Acesso em: 21/03/2013.

CARVALHO, A. C. A. **Economia dos produtos florestais não-madeireiros no estado do Amapá: sustentabilidade e desenvolvimento endógeno**. 2010. 174 f.

Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Belém.

CARVALHO, F. A. et al. Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma área de cerrado no sudeste de Goiás. **Revista Tropica – Ciencias Agrarias e Biologicas**, v. 3, n. 1, p. 14, 2009.

CAVALCANTE, K.V. et al. o extrativismo no século xxi: a castanha no amazonas. **IX Encontro nacional de economia ecológica**. Brasília, DF. Brasil, Outu. de 2011.

CAVALCANTE, M. C. **Visitantes florais e polinização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em cultivo na amazônia central**. 2008. 77f. Dissertação (mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CHOPRA, K.. The value of non-timber forest products: an estimation for tropical deciduous forests in India. **Economic Botany**, v. 47, n. 3, p. 251-257. 1993.

CIFOR- CENTER FOR INTERNATIONAL FORESTRY RESEARCH: Forests and non-timber forest products. 2011. Disponível em: <http://www.cifor.cgiar.org/publications/corporate/factSheet/NTFP.html>. Acesso em: 10/05/2013.

CLAY, J. W; Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development. In: FREESE, C.H. Harvesting wild species implications for biodiversity conservation. Baltimore: John Hopkins University Press, p. 246-282. 1997.

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento. Conjuntura Mensal. **Castanha do Brasil**, Abril, 2012.

CORNEJO, F. **Historia natural de la castaña (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl.) y propuestas para su manejo**. Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazônica (ACCA). Madre de Dios, Peru. 52p. 2004.

COSTA, E. A. **Influência de variáveis dendrométricas e morfométricas da copa no incremento periódico de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, Lages, Santa Maria**. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria –RS.

COTTA, J. N. et al. Shifting cultivation effects on Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) regeneration. **Forest Ecology and Management**, v. 256, n. 1, p. 28-35. 2008.

CUNHA, U. S. **Dendrometria e inventário florestal. Manaus** [S.n.], 2004. (Apostila da disciplina dendrometria e inventário, Curso técnico em manejo florestal. Escola Agrotécnica Federal de Manaus).

DAJÓZ, R. **Ecologia geral**. São Paulo: Vozes, 1972. 472 p.

DELANG, C. O. Not just minor forest products: the economic rationale for the consumption of wild food plants by subsistence farmers. **Ecological Economics**, v. 59, n. 1, p. 64–73. 2006.

DUCHELLE, A.E. et al. Resource theft in tropical forest communities: implications for non-timber management, livelihoods, and conservation. **Ecology and Society**, v.16, n.1, p. 1708-3087. 2011.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe**. San Tiago: FAO, 1994. (Serie forestal, 1).

FEARNSIDE, P. M. Conservation policy in Brazilian Amazonia: understanding the dilemmas. **World Dev.** v. 31, n. 5, p. 757–779. 2003.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**. V. 36, n. 3, p. 395- 400. 2006.

FEARNSIDE, P. M. **Serviços ambientais como estratégia para o desenvolvimento sustentável na Amazônia rural**. p. 314-344 In: C. Cavalcanti (ed.) Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas. São Paulo, SP: Editora Cortez. 436pp.1997.

FEARNSIDE, P.M. A água de São Paulo e a floresta amazônica. **Ciência Hoje**, v.34, n. 203, p. 63-65. 2004.

FELZKE, L. F. **Quando os ouriços começam a cair: a coleta de Castanha entre os Gavião de Rondônia**. Porto Velho. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional). Universidade Federal de Rondônia. Rondônia.

FERREIRA, L. M. M; TONINI, H. 2009. Comportamento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) e da cupiúba (*Goupia glabra*) em sistema agrosilvicultural na região da Confiança, Cantá – Roraima. **Acta Amazônica**, v. 39, n. 4, p. 835 – 842. 2009.

FIEDLER, N. C.; SOARES, T. S.; SILVA, G. F. Produtos Florestais Não Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, p. 263-278. 2008.

FILOCREÃO, A. S. M. A castanha-do-pará no desenvolvimento sustentável da Amazônia. **Seminário internacional - Amazônia e fronteiras do conhecimento**. Núcleo de Altos Estudos Amazônicos - 35 ANOS. Universidade Federal do Pará, 9 a 11 de dez. Belém - Pará – Brasil. 2008.

FILOCREÃO, A. S. M. **Extrativismo e capitalismo: a manutenção, funcionamento e reprodução da economia extrativista do sul do Amapá**. .

Campina Grande. 1992. 236 f. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba.

FINOL, U. H. Estudio silvicultural de alguns especies comerciais en el Bosque Universitario "El caimital". Estado Barinas. **Rev. For. Venezolana**, v.7, n.10-11, p. 17-63. 1964.

FREITAS, S. C. et al. Meta-análise do teor de selênio em castanha-do-brasil. Braz. J. **Food Technol.** v.11, n. 1, p. 54-62. 2008.

FUNI. C. PAESE, A. Spatial and Temporal Patterns of Deforestation in Rio Cajari Extrative Reserve, Amapá, Brazil. **PLoS ONE**, v. 7, n.12, p. e51893. 2012.

GERWING, J.J.; VIDAL, E. Changes in liana abundance and species diversity eight years after liana cutting and logging in an eastern Amazonia forest. **Conservation Biology**, v. 16, n.2, p. 544-548. 2002.

GODOY, R.; LUBEWSKI, R.; MARIMNDYA, A. A method for arm economic valuation of non-timber tropical forest products. **Economic Botany**, v. 47, n. 3, p. 220-233. 1993.

GODOY, R.A; BAWA K. S. The economic value and sustainable harvest of plants and animals from the tropical forest: assumptions, hypotheses, and methods. **Economic Botany**, v. 47, n. 3, p. 215-219. 1993.

GONÇALVES, J. S. et al. Molecular analysis of *Aspergillus section Flavi* isolated from Brazil nuts. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 28 (2012), pp 1817-1825.

GUERRA, G. P. Q. **Contribuição dos produtos florestais não madeireiros na geração de renda na Floresta Nacional do Tapajós – Pará**. Curitiba. 2008. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná.

GULLISON, R. E et al. Ecology and management of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in the Chimanes forest, Beni, Bolivia. **Botanical Journal da Linnean Society**, v. 122, p. 9–34, 1996.

HALL, P.; BAWA. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. **Economic Botany**, v. 47, n. 6, p. 234-247. 1993.

HARPER, J.L.; WHITE, J. The demography of plants. **Annual Reviews Ecology Systems**, 5(1974), pp. 419–463.

HOMMA, A.K.O. **A extração de recursos naturais renováveis: o caso do extrativismo vegetal na Amazônia**. 1989. 575f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa. MG.

HOPPE, J. M. et al. **Produção de sementes e mudas florestais**, Caderno Didático nº 1, 2ª ed. Santa Maria : [s.n.], 388 p. : il. 2004.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. 2007. **Plano de Utilização da Reserva Extrativista do Cajari**. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/resex/cajari/plano.html>. Acesso em 10 de julho de 2012.

IBAMA- (entre 2005 e 2010) Reserva Extrativista do Rio Cajari. Características. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/resex/cajari/visite.htm>  
<http://www.ibama.gov.br/resex/cajari/visite.htm>. Acesso em 02/11/2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção e valor da extração vegetal** – 1990 a 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em 11/05/2008.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, v. 26, 2011.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ª edição. Revista e Ampliada. p.271.2012.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. INPE estima redução de 11% nodesmatamento da Amazônia. Dados são do sistema PRODES. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=2786](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2786). Acesso em: 10/01/2012.

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

KAINER, A. K. et al. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**- 2.ed. rev. ampl. Bogor, ID: Cifor. p. 65-77. 2010.

KAINER, A. K. et al. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **Journal of Tropical Ecology**, v. 22, n.2, p. 147-154. 2006.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C. L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management**, v. 250, n. 3, p. 244-255. 2007.

KELLY, D.; SORK, V. L. Mast Seeding in Perennial Plants: Why, How, Where?. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 33, p. 427-447. 2002.

LEWIS, S. L. et al. The 2010 Amazon Drought. **Science**, v.331, p. 554-555. 2011.

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativas e Plantadas na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**. ISSN 1415-0980, 2012.

MACIEL, R. C. G. **Certificação Ambiental: uma estratégia para a conservação da floresta amazônica**. Campinas, 2007, 189p. Tese (Doutorado em Economia Aplicada). Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

MALINGREAU, J. P.; EVA, H. D.; MIRANDA E. E. Brazilian Amazon: A Significant Five Year Drop in Deforestation Rates but Figures are on the Rise Again. **AMBIO: A journal of the human environment**, v. 41, n. 3, p. 309-314. 2011.

MAY, P.H.; MOTTA, R.S. **Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1994.

MDA- Ministério do Desenvolvimento Territorial. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: território do Alto Acre e Capixaba**. 2010.

MENEZES, M. et al. Governo do Estado do Amazonas. **Cadeia produtiva da castanha-do-Brasil no estado do Amazonas**. Manaus: SDS. Série Técnica Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 3.28p.; il. 2005.

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

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

MULLER, C. H. et al. **Castanha-do-Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 65 p. (Coleção plantar). 1995.

MYERS, G. P.; NEWTON, A. C.; MELGAREJO, O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolívia. **Forest ecology and management**, v. 127, n. 1-3, p. 119-128. 2000.

NASCIMENTO, A. R. T. et al. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, v. 11, n.1, p.105-119, 2001.

NEPSTAD, D. et al. Inhibition of Amazon Deforestation and Fire by Parks and Indigenous Lands. **Conservation Biology**, v.20, n.1, p.65-73. 2006.

NUNES et al. Valorando a floresta em pé: a rentabilidade da castanha do brasil no Acre. **IX ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO**, Brasília-DF-Brasil. 2011. Disponível em: [www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix\\_en/GT1-191-262-20110620235708.pdf](http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT1-191-262-20110620235708.pdf). Acesso em 12/12/12.

ORTIZ, E. G. Survival in a nutshell (Brazil nut trees). **Americas**, v.6, n.12, p.6-17. 1995.

ORTIZ, E.G. Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). In: Shanley, P. Pierce, A.R. Laird, S.A. Guillen, A. (Eds.), Tapping the Green Market: Certification & Management of Non-Timber Forest Products. Earthscan Publications Ltd. London, pp. 61–74. 2002.

PAIVA, P.M.V. **A coleta intensiva e a agricultura itinerante são ameaças para os castanhais da ResexCajari?** . Macapá. 2009. 86 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá. Amapá.

PAIVA, P.M.V.; GUEDES, M.C. Regeneração natural de castanheira-do-brasil em área de capoeira no Amapá. In: **anais** do seminário de encerramento do projeto Kamukaia. Embrapa Acre, Rio Branco, AC, p. 20-27. 2008.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M.C.; FUNI, C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. **Forest Ecology and Management**, v.261, p. 508-514. 2011.

PEDROSO, E. A. et al. Produtos florestais não madeiráveis (PFNMS): as Filières do Açaí e da Castanha da Amazônia. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.3, n.2, mai/ago. 2011.

PEEL, M. C.; FINLAYSON B. L.; MCMAHON T. A. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth Syst. Sci**, v.11, p.1633-1644. 2007.

PEÑA-CLAROS, D et al. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. **Para. Ecol. Gerenciar.**, 255 (2008), pp 1283-1293.

PEREIRA, H. S. Manejo agroflorestal da castanheira (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) na região do Lago do Tefé (AM). **Revista Universidade do Amazonas**, Série Ciências Agrárias, Manaus, n. 3, p. 11-32, 1994.

PERES, C. A. et al. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, v. 302, n. 5653, p. 2112-2114. 2003.

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

PEREZ-SALICRUP, D. R et al. 2001. Cost and efficiency of cutting lianas in a Lowland Liana forest of Bolivia. **Biotropica**, 33 (2001), pp 324-329.

PETERS, C. M. Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resources in Tropical Moist Forest: An Ecological Primer Biodiversity Support Program, Washington, DC. 1994.

PETERS, C. M. The ecology e management of non-timber forest resources. Washington: **The World Bank**, 1996. 157p. (World Bank Technical Paper, 322).

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

PIMENTEL, L. D.; JÚNIOR, A. W.; SANTOS, C. E. M.; BRUCKNER, C. H. Estimativa de viabilidade econômica de cultivo de castanha-do-Brasil. **Informações Econômicas**, SP, v.37, n. 6. 2007.

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

PINHEIRO, M. **Acre lidera produção de castanha-do-Brasil pelo 17º ano consecutivo**. 2012. Disponível em: portalamazonia@redeamazonica.com.br. Acesso em 22/01/2012.

PNPSM- Plano Nacional de Promoção de Produtos da Sociobiodiversidade. 2009.

POSEY, D. A. 'Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapó Indians of the Brazilian Amazon'. **Agroforestry Systems**, v. 3, p.139-58, 1985.

PRANCE, G. T.; MORI S. A. Observations on the fruits and seeds of neotropical lecythidaceae. **Brittonia**, v. 30, n.1, p. 21-33. 1978.

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

RADAMBRASIL. **Mapa exploratório de solos Folha SA-22/Belém, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra**. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: IBGE 1974.

REYDON, B. P. **ECONOMIA VERDE: Desafios e Oportunidades**. O desmatamento da floresta amazônica: causas e soluções. n. 8, p. 143-155. 2011. Disponível em: <http://www.conservation.org.br/publicacoes/files/P%E1ginas%20de%20PoliticaAmbienta08reydon.pdf>. Acesso em: 20/04/2013.

SÁ, C. P et al. Coeficientes Técnicos, Custo e Rentabilidade para a Coleta de Castanha-do-brasil no Estado do Acre: Sistema de Produção Melhorado. **Comunicado Técnico 168**. ISSN 0100-8668. Rio Branco, AC, Novembro, 2008.

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

SALOMÃO, R. P. et al. Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional<sup>1</sup>, Bol. Mus. Para. **Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78. 2006.

SANTOS, J. C.; SENA, A. L. S.; ROCHA, C. I. L. Competitividade brasileira no comércio internacional de castanha-do-brasil. **48º Congresso da sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural**. MS. julho 2009.

SCOLES, C. Do rio Madeira ao rio Trombetas: novas evidências ecológicas e históricas da origem antrópica dos castanhais amazônicos. **Novos Cadernos NAEA**, v. 14, n. 2, p. 265-282, dez. 2011, ISSN 1516-6481.

SCOLES, R. **Ecologia e extrativismo da castanheira (*Bertholletia excelsa*, *Lecythidaceae*) em duas regiões da Amazônia Brasileira**. Amazonas. 2010. 193f. Tese (Doutorado em Biologia) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

SCOLES, R. GRIBEL, R. The regeneration of Brazil nut trees in relation to nut harvest intensity in the Trombetas River valley of Northern Amazonia, Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 265, n.1, p. 71–81. 2012.

SCOLES, R. Parceria historica entre a castanheira e as comunidades tradicionais amazônicas. Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Pará. **Revista de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Pará**, Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia do Pará. P. 18-22. 2012).

SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1998.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341p.

SCOLFORO, J. R; FILHO, A. F. Módulo 1; Medição de árvores e povoamentos florestais. Lavras, ESAL/FAEPE, 1993. 147p. ilustr.

SERRANO, O. P. **Regeneração e estrutura populacional de *Bertholletia excelsa* H.R.K. em áreas com diferentes históricos de ocupação, no vale do rio Acre (Brasil)**. Rio Branco. 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Acre. Acre.

SHEPARDJR, G. H ; RAMIREZ, H. "Made in Brazil": Human Dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in Ancient Amazonia. **Economic Botany**, v. 65, n. 1, p. 44-65. 2011.

SILVA, J. N. M; LOPES, J.C.A. **Distribuição espacial de árvores na Floresta Nacional do Tapajós**. Belém. EMBRAPA-CPATU, 1982.

SILVA, L. V. M. Design e produtos florestais não-madeireiros: sustentabilidade comunitária em Silves-Am. **V Encontro Nacional da Anppas**. Outubro de 2010, Florianópolis - SC – Brasil.

SILVA, S. M. P. Estado e políticas públicas no mercado de castanha-do-brasil no Estado do Acre: uma análise pela abordagem do desenvolvimento local. **Revista IDeAS**, v. 4, n. especial, pp. 103-128. 2010.

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

SNOOK, L.K et al. Six years of fruit production by mahogany trees (*Swietenia macrophylla* King): patterns of variation and implications for sustainability. **Forest Ecology and Management**, 206, (2005), pp. 221–235.

SOARES, T. S. et al. Produtos florestais não madeireiros. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 11. n. 6, p. 1-7. 2008.

SOUSA, W. P. **A dinâmica dos sistemas de produção praticados em uma unidade de conservação de uso direto na Amazônia: a reserva extrativista do rio Cajari no Estado do Amapá**. Macapá. 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal do Pará / Embrapa Amazônia Oriental. Pará.

SOUSA, W. P.; FERREIRA, L. A. Os sistemas agrários com castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*.H. B. K) na região Sul do Estado do Amapá. Amazônia: **Ci. & Desenv.** Belém, v. 2, n. 3. p. 217-246. 2006.

SPENCER, E. R. Decay of Brazil Nuts. **Botanical Gazette**. V. 72, n. 5, p.265-292. 1921.

TICKTIN, T. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology**, v. 41, n. 1, p. 11-21. 2004.

TONINI, H. **Castanheira-do-brasil: uma espécie chave na promoção do desenvolvimento com conservação**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 3 p.

TONINI, H. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. **Cerne**, v.17, n. 1, p. 123-131. 2011.

TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Estrutura e produção de duas populações nativas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 3, p. 445-457. 2008.

TONINI, H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P. Relação da produção de sementes de castanha-do-brasil com características morfológicas da copa e índices de competição. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v.43, n.11, p.1509-1516. 2008

TRIVEDI, M.R et al. Seed predation on Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*) by macaws (Psittacidae) in Madre de Dios, Peru. **Biotropica** 36, (2004), 118–122. 2004.

UBIALLI, J. A. **Comparação de Métodos e Processos de Amostragem para Estudos Fitossociológicos e Estimativas de Estoques de uma Floresta Ecotonal na Região Norte- Matogrossense**. 2007. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal do Paraná.

VIANA, V. M.; MELLO, R. A.; MORAES, L. M.; de MENDES, N. T. **Ecologia e manejo de populações de castanha-do-pará em reservas extrativistas Xapurí, Estado do Acre**. In: GASCON, SANTOS, R. D.; LEMOS, C.; MONTINHO, P. (Eds.). *Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo*. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Manaus, 1998. p. 277-292.

VILLALOBOS, R.; OCAMPO, R. Productos no maderables del bosque em Centroamérica y el Caribe. Costa Rica: CATIE/OLAFO, 103 p. 1997.

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

WADT, L. H. O; KAINER, K.A. **Domesticação e melhoramento da castanheira**. In: BORÉM, M. T. G. L.; CHARLES, R. C (Eds.) *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas*. Viçosa, MG, 2009.

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

WUNDER, S. "Payments for environmental services and the poor: concepts and preliminary evidence," **Environment and Development Economics**, v. 13, n. 3, p. 279-297. 2008.

YANG, J. Brazil nuts and associated health benefits: A review, **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n.10, p. 1573–1580. 2009.

YOUNG, W. J. The Brazil Nut. **Botanical Gazette**, v. 52, n. 3, p. 226-231. 1911.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 11, n.1, p. 10-30. 2004.

ZEIDE, B. How to measure stand densit. **Trees** (2005) 19: 1–14.

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

ZUIDEMA, P. A.; DIJKMAN, W.; VAN RIJSOORT, J. Crecimiento de plantines de *Bertholletia excelsa* H.B.K. em función de su tamaño y la disponibilidad de luz. **Ecologia en Bolivia**, v. 33, n. 4, p. 23-35. 1999.

ZUIDEMA, P.A. Ecología y manejo del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*). PROMAB, **Scientific Series**, (Programa Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana), n. 6, 111p. 2003.

ZYWIEC, M et al. Reproductive success of individuals with different fruit production patterns. What does it mean for the predator satiation hypothesis? **Oecologia**, v.172, p. 461-467. 2013.