

Estrutura populacional e potencial para o manejo de
Bertholletia excelsa (Bonpl.) em castanhais nativos do Acre e AmapáPopulation structure and management potential for
Bertholletia excelsa (Bonpl.) in Acre and Amapá standsEzaquiel de Souza Neves¹, Lúcia Helena de Oliveira Wadt² e Marcelino Carneiro Guedes³**Resumo**

Este estudo discute a estrutura populacional e o potencial para o manejo de castanhais em duas regiões extremas da Amazônia (Acre e Amapá), avaliando a densidade de castanheiras, a distribuição diamétrica, e variáveis de copa. O diâmetro a 1,3 m do solo (DAP), a forma e posição da copa, presença de cipós na copa e *status* reprodutivo foram avaliados para cada árvore mapeada (DAP \geq 10 cm) em parcelas permanentes de 9 ha. Foram inventariadas seis parcelas em cada Estado, totalizando 108 ha de amostragem. A densidade e distribuição de indivíduos em classes de diâmetro foram determinadas por região (Alto Acre ou Alto Cajari) e dentro de cada região. No total, foram mapeadas 610 castanheiras, sendo 124 no Alto Acre e 486 no Alto Cajari. A densidade de castanheiras nos castanhais do Alto Cajari foi quatro vezes maior que no Alto Acre. Os castanhais do Alto Cajari apresentaram árvores com melhores características para a produção, como forma e posição da copa, bem como menor ocorrência de cipós na copa das árvores. Em termos de estrutura populacional, o castanhal do Sororoca apresentou problemas recentes com a regeneração ou alteração na dinâmica da regeneração natural ao longo do tempo, talvez por ser uma área de transição cerrado-floresta. Ambas regiões apresentaram castanhais com potencial para o manejo, com necessidades específicas de tratamentos silviculturais que favoreçam o recrutamento de jovens no Sororoca (AP) e corte de cipós no Filipinas (AC).

Palavras-chave: distribuição diamétrica, castanha-da-amazônia, recrutamento.

Abstract

This study discusses the population structure and management potential of Brazil nut in two Amazonian regions (Acre and Amapá). We surveyed density, diameter distribution, and canopy variables. Diameter of 1.3m soil (DAP), crown form and position, presence of vines and reproductive status were evaluated for each Brazil nut tree (dbh \geq 10 cm) in 9 ha permanent plots. In each State, we surveyed six plots, totaling 108 ha. The density and distribution of individuals in diameter class were determined by region and within each region (sites). In total, 610 Brazil nut trees were mapped: 124 in Alto Acre and 486 in Alto Cajari. In Alto Cajari Brazil nut tree density was four times higher than in Alto Acre. Alto Cajari had Brazil nut trees with better features for fruit production as crown form and position, as well as lower incidence of vines in the crowns. In terms of population structure, Sororoca had recent problems with Brazil nut trees regeneration or change of natural regeneration dynamics over time, perhaps because it is an area of savanna-forest transition. Both regions (Alto Acre e Alto Cajari) showed Brazil nut stands with a good potential for management. However, there were specific needs for silvicultural treatments. Sororoca (AP) needs to improve recruitment of new Brazil nut trees and Filipinas (AC) is in need of vine cutting.

Keywords: diameter distribution, amazon nut, Brazil nut, recruiting.

INTRODUÇÃO

A castanha-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) está entre os produtos florestais não madeireiros (PFNMs) mais importantes para a Amazônia (CLAY, 1997), sendo um produto que gera uma rentabilidade significativa para os extrativistas (CAVALCANTE et al., 2011). A obtenção desta castanha é oriunda quase que exclusivamente do extrativismo de castanhais nativos (SHEPARD; RAMIREZ, 2011, NUNES et al., 2011; DUCHELLE et al., 2011). Poucos são os castanhais plantados

¹Engenheiro Florestal, Mestre em Ciências, Inovação e Tecnologia para Amazônia. UFAC - Universidade Federal do Acre. BR 364, Km 04, Distrito industrial - CEP: 69.920-900 - Rio Branco, AC, Brasil. E-mail: ezaquiel.neves@yahoo.com.br

²Pesquisadora Doutora. Embrapa Rondônia. BR 364 Km 5,5, sentido Cuiabá - Caixa Postal 127 - 76815-800 - Porto Velho, RO, Brasil. E-mail: lucia.wadt@embrapa.br

³Engenheiro Florestal, Pesquisador. Embrapa Amapá. Rodovia Juscelino Kubitschek, Km 5, - 68903-419, Macapá, AP, Brasil. E-mail: marcelino.guedes@embrapa.br

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 (WADT; KAINER, 2009). No entanto, esses plantios equiâneos apresentam baixa produtividade das castanheiras (CAVALCANTE, 2008), principalmente, por problemas relacionados à incompatibilidade de matrizes aparentadas (HOMMA, 1989).

A estrutura populacional de *Bertholletia excelsa* ou de qualquer outra espécie, principalmente em florestas nativas inequiâneas, fornece informações sobre o potencial produtivo, especialmente pela densidade de indivíduos maduros para produção de frutos, em diferentes locais. O estudo da estrutura populacional pode subsidiar ações de uso e conservação de uma determinada espécie no seu ambiente, contribuindo assim para caracterizar seu comportamento, possibilitando projeções futuras para a população em questão (LIMA; LEÃO, 2013). Aspectos como distribuição de árvores em classes de tamanho são importantes para compreender como as espécies florestais vivem em comunidade (SCOLFORO; MELLO, 1997), bem como para 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 econômica de seu uso comercial.

A distribuição diamétrica, idade e densidade de uma população são alguns dos parâmetros da estrutura populacional da espécie, importantes para avaliar a viabilidade de seu manejo e definir propósitos econômicos e financeiros (BAILEY; DELL, 1973). A medida do 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). A estrutura da vegetação também 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 do manejo da castanha-da-amazônia, o principal interesse no estudo da estrutura populacional é verificar a densidade de castanheiras com maturidade reprodutiva e aquelas ainda não reprodutivas (jovens), estimando a capacidade produtiva da população.

Vários estudos na Amazônia relatam a existência de castanhais com alguns indivíduos de grande porte e poucos ou nenhum jovem (SALOMÃO, 1991; BOOT; GULLISON, 1995; MYERS et al., 2000; PERES et al., 2003), indicando que a sustentabilidade da produção de castanha-da-amazônia estaria comprometida. No entanto, na maioria desses estudos a área amostral foi pequena, o que pode causar um viés na estimativa da real estrutura das populações amostradas. Nos estudos em que a área amostral foi maior, observou-se uma maior densidade de indivíduos jovens (VIANA et al., 1998; ZUIDEMA; BOOT, 2002; WADT et al., 2005; WADT et al., 2008; DUCHELLE et al., 2011; SCOLES; GRIBEL, 2012), sugerindo que o tamanho da área amostral pode influenciar na relação de indivíduos imaturos e maduros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade, distribuição diamétrica e variáveis de copa em castanhais de duas regiões extremas da Amazônia, para comparar as estruturas populacionais em termos de estabilidade e o potencial para o manejo, visando a produção de frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo

Este trabalho foi realizado em dois estados da Amazônia brasileira: Acre e Amapá. No Acre, os estudos foram conduzidos na Regional do Alto Acre (MDA, 2010), em dois locais distantes cerca de 30 km entre si, denominados Seringal Filipinas e Seringal Cachoeira, localizados, respectivamente, na Reserva Extrativista (Resex) Chico Mendes, município de Epitaciolândia, e no Projeto de Assentamento Extrativista (PAE) Chico Mendes, em Xapuri. Em cada local foram instaladas três parcelas de 300 m x 300 m, com distância mínima entre parcelas de 1 km (Figura 1).

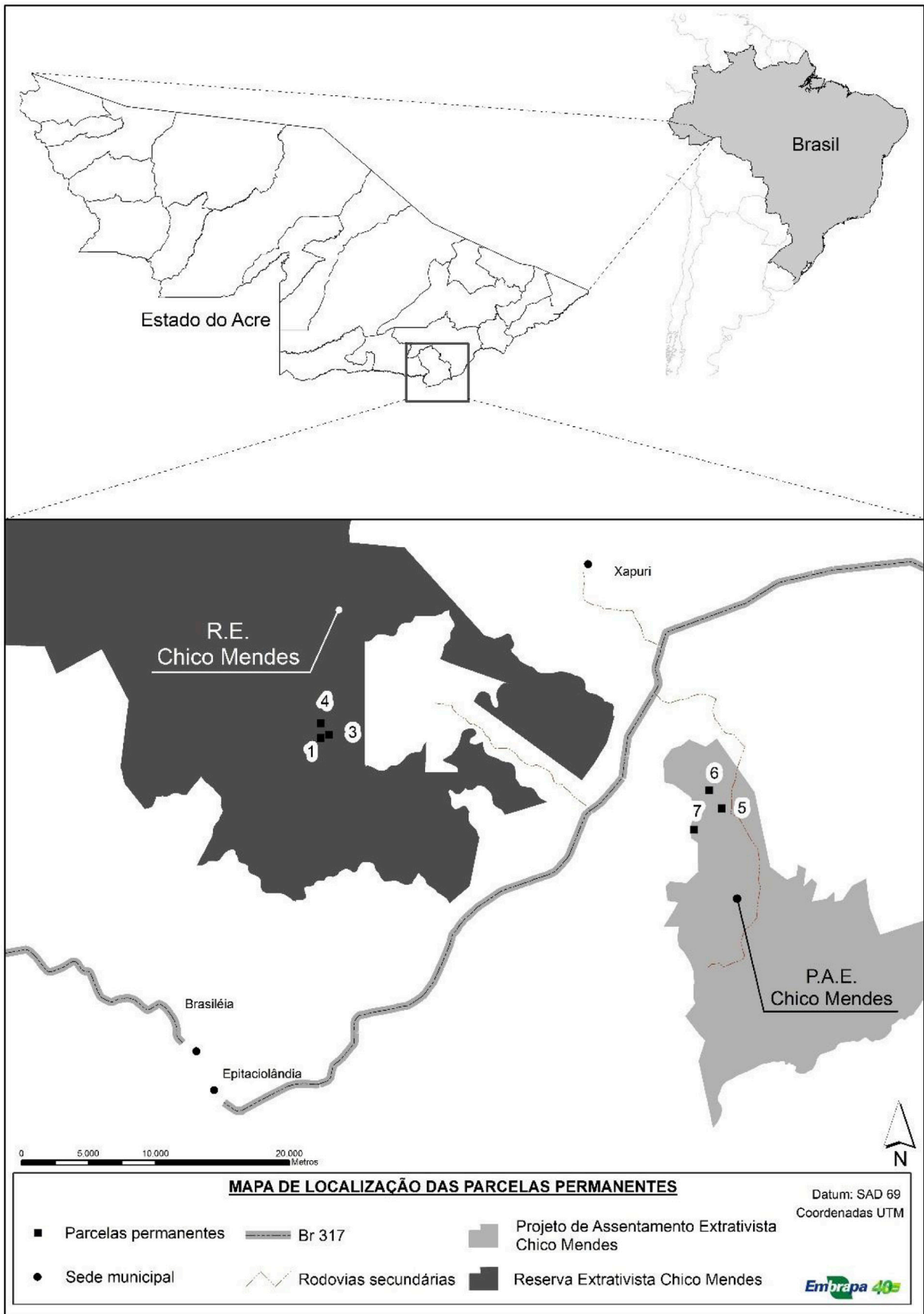


Figura 1. Localização das seis parcelas instaladas na regional do Alto Acre, Estado do Acre. (Fonte: Daniel de Almeida Papa, 2013).

Figure 1. Location of the six plots established in the Alto Acre region, State of Acre (Source: Daniel de Almeida Papa, 2013).

No Estado do Amapá, o estudo foi conduzido em duas localidades da Reserva Extrativista do Rio Cajari em uma região de extensos castanhais no Alto Cajari, distantes entre si 45 km. Estes locais são denominados Água Branca e Sororoca. Foram instaladas, em cada localidade, três parcelas de 300 m x 300 m com distância mínima entre elas de 1 km. As parcelas do Água Branca estão inseridas em ambiente de Floresta Ombrófila Aberta (IBGE, 2012), enquanto que as do Sororoca estão na transição floresta/cerrado (Figura 2).

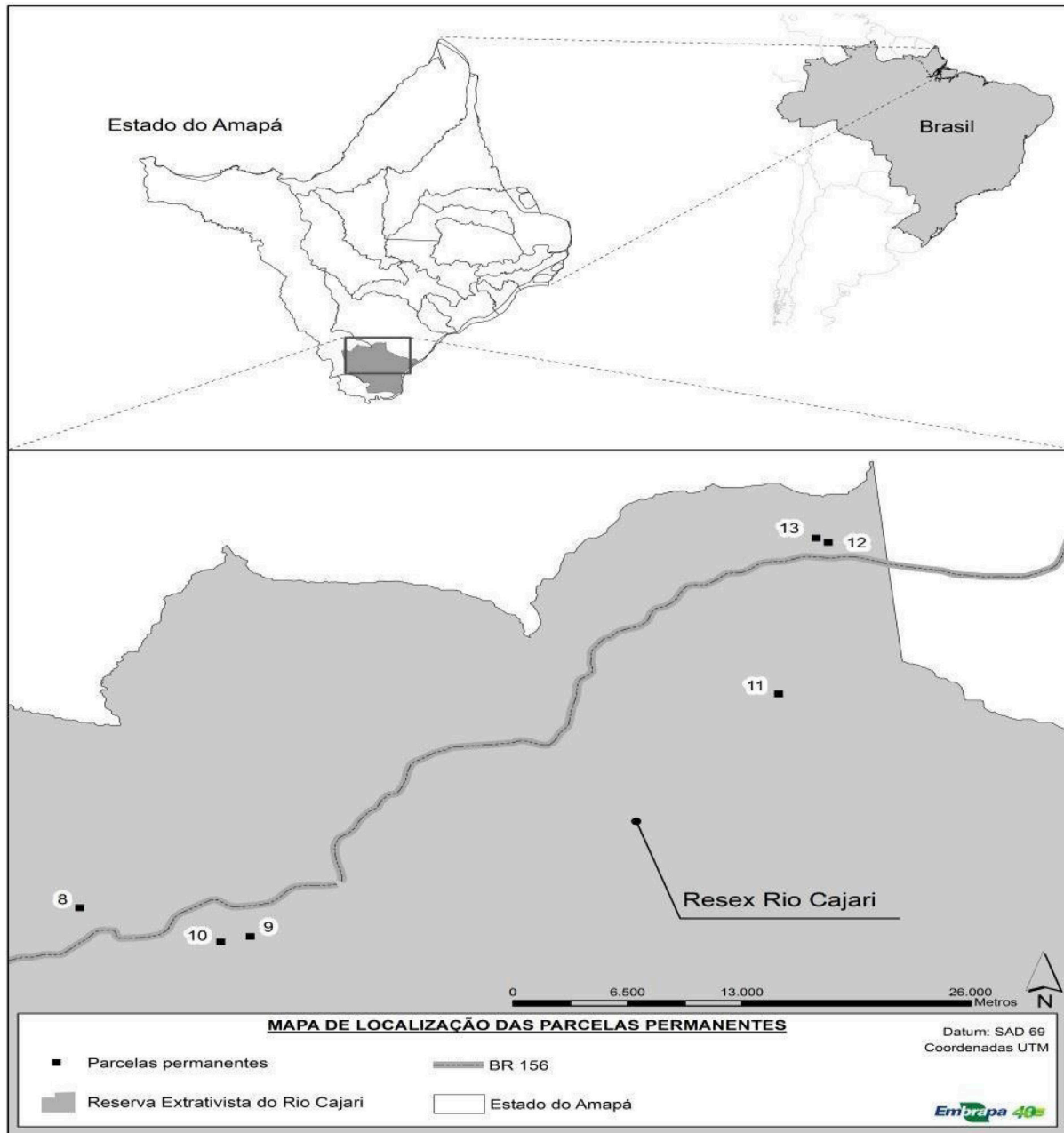


Figura 2. Localização das seis parcelas instaladas na regional do Alto Cajari, Estado do Amapá. (Fonte: Daniel de Almeida Papa, 2013).

Figure 2. Location of the six plots established in the Alto Cajari region, State of Amapa. (Source: Daniel de Almeida Papa, 2013).

Coleta de dados

A metodologia de inventário foi estabelecida pelo Projeto Kamukaia (coordenado pela EMBRAPA em vários estados da Amazônia brasileira (WADT, 2008), cujo objetivo está focado na produção, ecologia e dinâmica populacional de castanheira, andiroba e copaíba. Neste projeto, tem-se realizado estudos consistentes ao longo dos anos, com resultados úteis na definição de diretrizes técnicas para o manejo dessas espécies, em consonância com o Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade.

Devido às peculiaridades de cada região não foi possível estabelecer o mesmo critério para alocação das parcelas. No Acre, as parcelas foram alocadas a partir de um ponto central (geralmente a casa do produtor), sendo distribuídas nos sentidos leste, oeste e norte (WADT et al., 2008). No Amapá, as parcelas foram alocadas em áreas de castanhais com variadas densidades, sendo cada parcela dentro da “colocação” de um castanheiro, contemplando o centro do castanhal ou áreas mais próximas aos ramais de escoamento da castanha-da-amazônia, com menores dificuldades de acesso.

Em cada parcela foram inventariadas todas as castanheiras com DAP ≥ 10 cm, as quais foram caracterizadas quanto ao diâmetro, variáveis da copa e cipó. O diâmetro a altura do peito (DAP) foi medido a 1,30 cm do solo. As variáveis da copa foram: posição [dominante – recebe luz direta na copa inteira (1); co-dominante – recebe luz direta apenas na parte de cima da copa (2); intermediária – recebe luz somente pelas laterais (3); e suprimida – não recebe luz (4)]; e forma da copa [boa (1); tolerável (2); pobre (3); e muito pobre (4)] (KAINER et al., 2007). Foi feita também a classificação quanto a presença ou não de cipós competidores na copa (WADT et al., 2005). O *status* reprodutivo foi avaliado anotando-se se a árvore já iniciou ou não a fase de maturidade reprodutiva (variável binária). Isto é possível porque sinais das inflorescências permanecem na copa durante todo o ano.

Análise de dados

A distribuição das árvores em classes de diâmetro e a densidade de indivíduos foram determinadas em nível de região e dentro das regiões. Para determinar a distribuição das árvores em classes de tamanho foram considerados intervalos de classe de 10 cm e determinada a frequência de castanheiras em cada classe.

Os quocientes “*q*” de Liocourt foram obtidos para cada classe de DAP dividindo-se a frequência de castanheiras da referida classe pela subsequente. Para viabilizar o cálculo nos casos em que não houve indivíduo em determinada classe, somou-se o número 1 como constante em todas as classes. Posteriormente, calculou-se a média e o erro padrão da média para os valores “*q*”, a fim de representar a população.

Também foi utilizado o conceito de classes ontogenéticas, as quais são relacionadas ao ciclo de vida da espécie, conforme Wadt et al. (2005). As classes ontogenéticas avaliadas foram:

- Classe I: árvores com DAP entre 10 cm e 50 cm;
- Classe II: árvores com DAP entre 50,1 cm e 100 cm;
- Classe III: árvores com DAP entre 100,1 cm e 150 cm;
- Classe IV: árvores com DAP entre 150,1 cm e 200 cm; e
- Classe V: árvores com DAP > 200,1 cm.

As diferenças nas variáveis respostas das castanheiras entre as regiões (Alto Acre x Alto Cajari) e locais dentro de regiões (Filipinas x Cachoeira no AC e Água Branca x Sororoca no AP) foram comparadas pelo Teste *t*, após verificação das pressuposições necessárias ao teste, com 95% de confiança. Essa análise foi realizada para todos indivíduos (DAP ≥ 10 cm) e apenas para os reprodutivos.

Foi utilizado teste Qui-quadrado (X^2) para a comparação das proporções das classes das variáveis da copa e a distribuição diamétrica entre as regiões e dentro de cada região.

Todas as análises estatísticas foram realizadas usando a versão 15.0 do software SPSS for Windows e BioEstat 4.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estrutura populacional

Nos 108 ha amostrados nas regiões do Alto Acre e Alto Cajari, foram encontradas 610 castanheiras com DAP ≥ 10 cm, sendo 124 (20,3 %) no Alto Acre e 486 (79,7 %) no Alto Cajari. No Alto Acre, o DAP médio das castanheiras mapeadas foi de 82,5 cm (mín = 10,2 cm e máx = 219,0 cm) e no Alto Cajari foi de 102,6 cm (mín = 10,5 cm e máx = 280,4 cm). A média de DAP das castanheiras foi diferente entre regiões (*T-value*= -3,5393, GLR= 510, $p < 0,0004$), enquanto que dentro das regiões não houve diferença significativa (tabela 1).

Na região do Alto Acre (AC), o diâmetro da menor castanheira produtiva foi de 40,9 cm e no Alto Cajari (AP) foi de 38,5 cm. Foi registrada apenas uma castanheira no Alto Acre (Seringal Cachoeira) e oito no Alto Cajari (duas no Água Branca e seis no Sororoca) com DAP maior que o mínimo produtivo, mas que ainda não havia iniciado a produção de frutos. Essas castanheiras sem produção comercial de frutos, tanto no Alto Acre (AC) quanto no Alto Cajari (AP), apresentaram diâmetros próximos de 50 cm, ou seja, são castanheiras que estão na iminência de iniciar sua fase produtiva. De acordo com Wadt et al., (2005), castanheiras pertencentes à classe de 10 cm a 50 cm de DAP são árvores imaturas com poucos indivíduos iniciando a fase produtiva e na classe de 50 cm a 100 cm de DAP são encontradas árvores em processo de consolidação da produção. O que se pode afirmar, é que dificilmente vai haver uma castanheira de grande porte (DAP > 100 cm) na floresta que não seja adulta, ou seja, não esteja em sua maturidade reprodutiva.

Tabela 1. Parâmetros populacionais de *Bertholletia excelsa* por região e localidade.

Table 1. *Bertholletia excelsa* population's parameters by regions and sites.

Regiões (Locais)	Nº ind. (DAP ≥ 10cm)	Área (ha)	Densidade total (ind.ha ⁻¹)*	castanheiras não reprodutivas (%)**	DAP médio (cm)*
ALTO ACRE	124	54	2,2B	21,8A	82,5B
Filipinas	50	27	1,8a	28,0a	74,6a
Cachoeira	74	27	2,7a	17,6a	88,4a
ALTO CAJARI	489	54	9,0A	14,4A	102,6A
Água Branca	186	27	6,8a	21,6a	92,9a
Sororoca	303	27	11,2a	10b	108,6a

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

* Teste t; **Teste de Qui-quadrado.

Capital letters in the column indicate differences between regions and the lowercase letters compare sites within regions.

* Test t; ** Chi-square.

A densidade total de castanheiras no Alto Cajari (AP) foi quatro vezes maior que no Alto Acre (tabela 1), sendo significativa esta diferença ($T\text{-value}= 3,5496$, $GLR=10$, $p=0,0052$). Dentro das regiões, a densidade de castanheiras não diferiu entre os locais ($T\text{-value}= -1,2068$, $GLR=4$, $p=0,2939$ e $T\text{-value}= 1,8500$, $GLR=4$, $p=0,2189$, para o Alto Cajari e Alto Acre, respectivamente), mostrando que a densidade da espécie varia amplamente entre as regiões estudadas, refletindo padrões de distribuição espacial completamente distintos.

A ausência de diferenças significativas entre os locais de cada região, mesmo com elevadas diferenças entre as médias, pode ser reflexo da variação existente em nível de parcela dentro de cada local. Por exemplo, no Sororoca – AP, as 303 castanheiras foram inventariadas em 3 parcelas com abundância de 58 (19,1%), 100 (33%) e 145 (47,9%) indivíduos, respectivamente, nos 3 castanhais avaliados. Isso mostra que há variação na densidade da espécie em nível de castanhal, dentro de cada local, mas que esta variação se anula quando se consideram os locais. Portanto, tanto em micro (castanhal), quanto em macro escala (Amazônia), a espécie mostrou diferenças na densidade de árvores, embora na meso escala (locais) o padrão tenha sido semelhante.

Em relação à percentagem de indivíduos imaturos na população, o Alto Acre apresentou maior valor absoluto em comparação com o Alto Cajari (tabela 1), porém a diferença não foi significativa ($X^2= 2,16$; $GL=1$; $p=0,1409$). Apesar de não apresentar diferença, talvez este resultado seja um reflexo da tipologia florestal, que no Estado do Acre é caracterizada por florestas muito abertas (WADT et al., 2005). Dentro das regiões, apenas no Alto Cajari houve diferença significativa entre os castanhais ($X^2= 4,05$; $GL=1$; $p=0,0409$), mostrando uma maior variação no estoque de indivíduos menores, o que pode ser explicado pela maior interação antrópica e proximidade das comunidades (SCOLES; GRIBEL, 2012; RIBEIRO et al., 2014), assim como pela maior atividade de agricultura itinerante no Água Branca, que pode favorecer a renovação e expansão dos castanhais (PAIVA et al., 2011; GUEDES et al., 2014).

Geralmente os castanhais ocorrem em aglomerados (MÜLLER, 1981; MORI; PRANCE, 1990; SALOMÃO, 1991; PERES; BAIDER, 1997) ou com as castanheiras amplamente distribuídas na paisagem como reportado para o Estado do Acre (WADT et al., 2005). Alguns estudos realizados em castanhais de florestas densas registram ausência de castanheiras jovens e predominância daquelas de grande porte (SALOMÃO, 1991, PERES et al., 2003).

Para um produto florestal não madeireiro, a ocorrência em grandes áreas com densidades moderadas (espécie comum) pode facilitar a coleta para fins comerciais (IBGE, 2012), ou mesmo ser uma vantagem para a polinização e, portanto, para a produção de frutos (AUGSPURGER, 1980; SILVA, 2014). Por outro lado, uma alta concentração de indivíduos em uma determinada área pode ser uma vantagem competitiva em termos de produtividade (frutos.ha⁻¹) e menor custo de coleta para o produtor, embora a produção individual possa diminuir pela competição intraespecífica. No Sul de Roraima, Tonini et al. (2008a) demonstraram que a densidade de castanheiras não afetou a produção de castanha-da-amazônia, embora tenha apontado uma tendência de redução na produção com o aumento da competição com outras espécies.

A proporção de castanheiras em cada classe ontogenética foi diferente entre o Alto Acre e Alto Cajari ($X^2= 12,0,72$; GL= 10; $p=0,0354$), mas dentro das regiões, apenas os castanhais do Alto Acre foram diferentes ($X^2=10,317$; GL= 4; $p= 0,0354$).

Os castanhais da localidade Sororoca (AP) apresentaram menor proporção de indivíduos nas classes I e II, sugerindo alguma dificuldade no recrutamento das castanheiras. Pouco mais de 30% da população esteve representada por indivíduos com DAP menor que 100 cm, enquanto que no Cachoeira e Filipinas essa proporção foi de 52,46% e 68,57%, respectivamente (tabela 2). Em conformidade com isso, também foi observado no Sororoca maior proporção de indivíduos na classe III (100 a 150 cm de DAP), indicando que há um acúmulo de castanheiras nessa classe.

Tabela 2. Proporção de castanheiras por classe ontogenética em cada região e localidade.

Table 2. Brazil nut trees proportion by diameter class in each region and site.

Regiões (Locais)	Classes ontogenéticas				
	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V
ALTO ACRE	23,39	45,97	20,97	8,06	1,61
Cachoeira	18,92	44,59	27,03	8,11	1,35
Filipinas	30,00	48,00	12,00	8,00	2,00
ALTO CAJARI	16,87	30,25	36,63	13,17	3,09
Água Branca	26,49	32,43	25,41	11,89	3,78
Sororoca	10,96	28,90	43,52	13,95	3,09

Classes: I (10 ≤ DAP ≤ 50 cm); II (50 < DAP ≤ 100 cm); III (100 < DAP ≤ 150 cm); IV (150 < DAP ≤ 200 cm); V (DAP > 200 cm)

Em termos de sustentabilidade produtiva ao longo do tempo, apesar de o Sororoca (AP) ter maior proporção de castanheiras adultas (48,3%) na classe considerada por Kainer et al. (2007) como a mais produtiva (100 a 150 cm de DAP), este local apresenta, proporcionalmente, menor potencial para manutenção da produção no longo prazo. Isto, porque há um déficit no estoque de castanheiras com DAP < 100 cm (apenas 33,2%). Este também foi o único local em que o quociente "q" de Liocourt foi menor que os demais. Este resultado indica que pode ter havido, recentemente ou em um passado não muito remoto, dificuldades com a regeneração e estabelecimento de novas castanheiras nesse local, pois o Sororoca é o local que apresenta maior densidade de castanheiras (11,2 ind.ha⁻¹). Assim, apresenta também maior potencial de produção de sementes para a geração de novos indivíduos.

Outra questão relevante no caso do Sororoca (AP) é que a tipologia florestal é caracterizada por uma vegetação de transição cerrado-floresta, onde a floresta é mais aberta do que nos outros castanhais do Alto Cajari (AP), o que também deveria favorecer o recrutamento das castanheiras pela maior disponibilidade de luz. Neste caso, o fator limitante para o recrutamento de novas castanheiras pode estar ligado a fatores antrópicos e menor densidade de roedores como as cutias, o principal dispersor das castanheiras. Os castanhais do Sororoca são mais isolados e distantes das moradias, o que segundo Scoles e Gribel (2012); Ribeiro et al. (2014) pode explicar a menor densidade de castanheiras nas menores classes de DAP.

Analisando a distribuição diamétrica das castanheiras nas quatro localidades (Figura 3), observa-se elevada variação no quociente "q" de Liocourt em todos os locais. Portanto, nenhum castanhal apresentou distribuição em J invertido. Por exemplo, na localidade Água Branca (AP) o "q" médio foi de 1,31 (±0,88), com variação de 0,40 a 4,00, demonstrando que a estrutura diamétrica não foi regular e equilibrada. Nas localidades Cachoeira (AC) e Filipinas (AC), a estrutura populacional seguiu o mesmo padrão do Água Branca (AP). No Sororoca (AP) o "q" foi menor que os demais,

porém também próximo de 1. Essa distribuição irregular dos diâmetros das castanheiras pode estar associada a eventos específicos e temporais, que, em algum determinado momento no passado, favoreceram a regeneração das castanheiras. Um desses eventos pode ser o estabelecimento de uma área de agricultura itinerante de corte e queima, que pode favorecer o recrutamento de castanheiras jovens e a renovação dos castanhais (PAIVA et al., 2011; GUEDES et al., 2014).

No Filipinas, a estrutura populacional aparece com falhas, porém deve-se levar em consideração a baixa densidade de castanheiras e o método de amostragem. Wadt et al. (2005) avaliaram a estrutura populacional de castanheiras nesta mesma população, porém utilizando outro tipo de amostragem (censo em 420 ha), e o resultado foi uma melhor distribuição dos indivíduos nas classes de DAP.

De um modo geral, o castanhal do Sororoca apresentou menor proporção de jovens e concentração de castanheiras nas classes intermediárias. Menores valores de “*q*” definem uma equação da distribuição diamétrica tendendo a uma reta e se afastando do “J Invertido”, indicando que no local há alta proporção de árvores nas maiores classes de diâmetro. A distribuição é tida como equilibrada quando há uma razão constante entre as classes, indicando que o recrutamento é similar à mortalidade (ALVES JR., 2007).

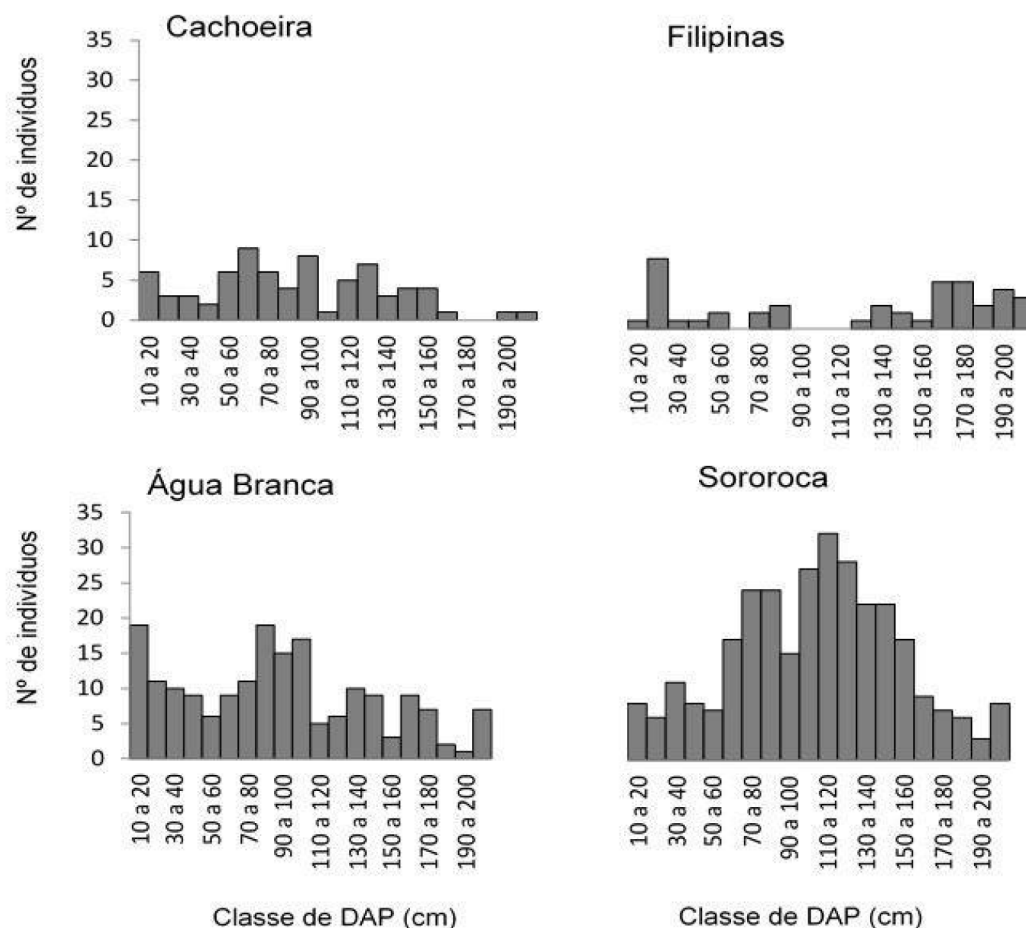


Figura 3. Frequência de castanheiras por classe de DAP (cm), quociente *q* de Liocourt e erro padrão da média para o *q*, em cada local de estudo.

Figure 3. Brazil nut tree frequency by DBH class (cm), Liocourt’s *q* quotient and mean standard error for *q* in each study site.

No entanto, Lemos (2012) avaliou a dinâmica de regenerantes das castanheiras (DAP < 10 cm) nas mesmas parcelas do Sororoca e Água Branca e não observou diferenças na densidade (média = 20 ind.ha⁻¹) e nem efeito da vegetação matriz na regeneração. Estes resultados sugerem que no Sororoca, em um passado remoto (relativo à idade média das castanheiras com DAP entre 100 cm e 150 cm), houve um evento que favoreceu o recrutamento de novas castanheiras ou que a dinâmica da regeneração desta espécie mudou naturalmente ao longo do tempo, talvez por ser uma área de tran-

sição cerrado-floresta. Outro resultado interessante de Lemos (2012), foi que os incrementos em diâmetro e altura dos regenerantes (DAP < 10 cm) do Sororoca foram significativamente menores que no Água Branca, sugerindo que, atualmente, é necessário maior tempo para que os regenerantes se tornem adultos naquela população.

O manejo sustentável de produtos florestais não-madeireiros 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 mesma classe (PETERS, 1996). Considerando que o aproveitamento racional de uma espécie depende da distribuição regular e estruturada dos indivíduos nas diversas classes de tamanho, as menores classes de tamanho devem estar em maior proporção (FINOL, 1964).

A caracterização estrutural da população pode definir a qualidade do recurso e o potencial produtivo da espécie no ambiente. Analisando as variáveis de copa, observa-se que as duas regiões apresentaram características semelhantes para forma de copa ($X^2=5,708$; GL=10; $p=0,1267$) e diferentes para posição da copa e presença de cipós na copa ($X^2=14,157$; GL= 10; $p=0,0027$ e $X^2=7,792$; GL= 10; $p= 0,0052$, respectivamente). Dentro de regiões, houve diferença para posição de copa ($X^2=13$; GL=4; $p= 0,0032$) no Alto Cajari (AP), enquanto que para a presença de cipós na copa tanto os castanhais do Alto Acre quanto do Alto Cajari foram diferentes ($X^2=5,53$; GL=4; $p= 0,0187$ e $X^2=5,10$; GL= 4; $p= 0,0420$, respectivamente). Esses resultados apontam mais uma vez certa peculiaridade no Sororoca.

A posição e forma da copa estão diretamente relacionadas com a produção de frutos, onde castanheiras dominantes e com boa forma de copa produzem mais (KAINER et al., 2006 e 2007; TONINI et al., 2008a; 2008b). Água Branca (AP) foi o local onde se observou a maior proporção de castanheiras dominantes (80%) e o Filipinas a menor (72%), embora este último tenha melhor distribuição dos indivíduos em outras classes. A posição da copa exerce uma função muito importante, visto que, copa dominante pode influenciar diretamente na absorção de nutrientes pelas plantas no solo, uma vez que plantas dominantes no dossel recebem mais luz para fotossintetizar e apresentam uma melhor formação do sistema radicular para acessar mais eficientemente os recursos do solo, reforçando a habilidade competitiva (ZANINE; SANTOS, 2004).

A presença de cipós na copa é outro fator que afeta a produção de frutos, sendo neste caso um efeito negativo (KAINER et al., 2006, TONINI et al., 2008b, KAINER et al., 2014). Comparando as regiões observou-se que no Alto Acre há uma maior ocorrência de cipós do que no Alto Cajari, provavelmente devido à tipologia florestal.

Considerando as intervenções de manejo para melhoria da produção de frutos da castanheira 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 (AP) os castanhais já apresentam um bom potencial produtivo, com a grande maioria das árvores na posição dominante (84%), copa boa (77%) e sem a ocorrência de cipós (91%) (Tabela 3). Quanto melhor a posição e forma da copa, mais perto do potencial produtivo se encontra a árvore (WADT et al., 2005), sendo pouco o espaço de melhoria na produtividade dentro do sistema extrativista.

Tabela 3. Distribuição (%) dos indivíduos de *Bertholletia excelsa* por classes de copa e presença de cipó.

Table 3. *Bertholletia excelsa* tree distribution by crown class and vine infestation.

Região/Locais	Forma da Copa				Posição da Copa				Cipó na Copa	
	1	2	3	4	1	2	3	4	SIM	NÃO
ALTO ACRE	70	28	2	0	59	27	2	12	25	75
Cachoeira	68	30	2	0	63	26	0	11	30	70
Filipinas	71	27	2	0	53	29	6	12	16	84
ALTO CAJARI	78	17	4	1	77	18	4	1	10	90
Água Branca	80	14	5	1	90	8	2	0	16	84
Sororoca	76	20	3	1	69	25	5	1	6	94

Posição da copa: 1: dominante; 2: co-dominante; 3: intermediária; e 4: suprimida.

Forma da copa: 1: boa; 2: tolerável; 3: pobre; e 4: muito pobre.

Crown position: 1: dominant; 2: co-dominant; 3: intermediate; e 4: suppressed.

Crown form: 1: good; 2: tolerable; 3: poor; e 4: very poor.

No caso de tratamentos para 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 e pode voltar a infestar as castanheiras (PERÉZ-SALICRUP et al., 2001; GERWING; VIDAL, 2002; ALVIRA et al., 2004; PEÑA-CLAROS et al., 2008; CAMPANELLO et al., 2012, KAINER et al., 2014).

CONCLUSÕES

As castanheiras do Alto Cajari (AP) apresentaram melhores características para uma boa produtividade de frutos, como forma e posição da copa, bem como menor ocorrência de cipós e maior densidade da espécie. No entanto, em termos de estrutura populacional, o castanhal do Sororoca apresentou menor proporção de castanheiras nas classes ontogenéticas 1 e 2 e maior proporção nas classes 3 e 4. Este resultado sugere problemas recentes com a regeneração ou alteração na dinâmica da regeneração natural deste castanhal ao longo do tempo, talvez por ser uma área de transição cerrado-floresta.

Todos os locais apresentaram potencial para o manejo e boas características das castanheiras relacionadas à produção de frutos, mas com necessidades específicas para o favorecimento do recrutamento no Sororoca e corte de cipós no Filipinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES JUNIOR, F. T. **Utilização do quociente de De Liocourt na avaliação da distribuição diamétrica em fragmentos de Floresta Ombrófila em Pernambuco.** 2007. 33 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

ALVIRA, D.; PUTZ, F. E.; FREDERICKSEN, T. S. Liana loads and post-logging liana densities after liana cutting in a lowland forest in Bolivia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 190, n. 1, p. 73-86, 2004.

AUGSPURGER, C. K. Mass-flowering of a tropical shrub (*Hybanthus prunifolius*): influence on pollinator attraction and movement. *Evolution*, Lancaster, n. 34, p. 475-488, 1980.

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

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

CAMPANELLO, P. I.; VILLAGRA, M.; GARIBALDI, J. E.; RITTER, L. J.; ARAUJO, J. J.; GOLDSTEIN, G. Liana abundance, tree crown infestation, and tree regeneration ten years after liana cutting in a subtropical forest. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 284, p. 213-221, 2012.

CAVALCANTE, K. V.; FRANCHI, T.; LOPES, R. H.; MOTA, J. A. O extrativismo no século XXI: a castanha no Amazonas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA ECOLÓGICA, 9, 2011, Brasília. *Anais....* Brasília: SBEE, 2011.

CAVALCANTE, M. C. **Visitantes florais e polinização da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.&B.) em cultivo na Amazônia Central.** 2008. 77 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

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, 1997. p. 246-282.

DUCHELLE, A. E.; CRONKLETON, P.; KAINER, K. A.; GUANACOMA, G.; GEZAN, S. 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.

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

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**, Washington, v. 16, n. 2, p. 544-548, 2002.

GUEDES, M. C.; NEVES, E. S.; GOMES, E.; PAIVA, P. M.; COSTA, J. B.; FREITAS, M. F.; LEMOS, L. M. Castanha na roça: expansão da produção e renovação dos castanhais em áreas de agricultura itinerante no Amapá. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 9, n. 2, p. 381-398, 2014.

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

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012. 275 p.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; GOMES-SILVA, D. A.; CAPANU, M. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, 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**, Amsterdam, v. 250, n. 3, p. 244-255, 2007.

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C. L. Testing a silvicultural recommendation: Brazil nut responses 10 years after liana cutting. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 51, n. 3, p. 655-663, 2014.

LEMOS, L. M. **Regeneração natural de castanheira da amazônia em diferentes tipologias florestais na Resex Cajari**. 2012. 46 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Amapá. Macapá, 2012.

LIMA, J. P. C.; LEÃO, J. R. A. Dinâmica de Crescimento e Distribuição Diamétrica de Fragmentos de Florestas Nativa e Plantada na Amazônia Sul Ocidental. **Floresta e Ambiente**. Seropédica, v. 20, n. 1, p. 70-79, 2013.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável: território do Alto Acre e Capixaba**. 2010.

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

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

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**, Amsterdam, v. 127, n. 1-3, p. 119-128, 2000.

NUNES, F. S. M.; SOARES FILHO, B. S.; RODRIGUES, H. Valorando a floresta em pé: a rentabilidade da castanha do brasil no Acre. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 9, 2011, Brasília. **Anais...** Brasília: SBEE, 2011. Disponível em: < www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/ix_en/GT1-191-262-20110620235708.pdf. > Acesso em 12 dez. 2012.

- PAIVA, P. M. V., GUEDES, M. C.; FUNI, C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 261, n. 3, p. 508-514. 2011.
- PEÑA-CLAROS, M.; PETERS, E. M.; JUSTINIANO, J.; BONGERS, F. J. J. M.; BLATE, G.; FREDERICKSEN, T. S.; PUTZ, F. E. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 255, n. 3-4, p. 1283-1293, 2008.
- PERES, C. A.; BAIDER, C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in southern Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, n. 4, p. 595-616, 1997.
- PERES, C. A.; BAIDER, C.; ZUIDEMA, P. A.; WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P.; SALOMÃO, R. P.; SIMÕES, L. L.; FRANCISIOSI, E. R. N.; VALVERDE, F. C.; GRIBEL, R.; SHEPARD JR, G. H.; KANASHIRO, M.; CONVENTRY, P.; YU, D. W.; WATKINSON, A. R.; FRECKLETON, R. P. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science**, Washington, v. 302, n. 5653, p. 2112-2114, 2003.
- PERÉZ-SALICRUP, D. R.; CLAROS, A.; GUZMÁN, R.; LICONA, J. C.; LEDEZMA, F.; PINARD, M. A.; PUTZ, F. E. Cost and efficiency of cutting lianas in a lowland liana forest of Bolivia. **Biotropica**, Lawrence, v. 33, n. 2, p. 324-329, 2001.
- PETERS, C. M. **The ecology e management of non-timber forest resources**. Washington: The World Bank, 1996. 157 p. (Technical Paper, 322).
- RIBEIRO, M. B. N.; JEROZOLIMSKI, A.; ROBERT, P.; SALLES, N. V.; KAYAPÓ, B.; PIMENTEL, T. P.; MAGNUSSON, W. E. Anthropogenic landscape in Southeastern Amazonia: Contemporary impacts of low-intensity harvesting and dispersal of brazil nuts by the Kayapó indigenous people. **Plos One**, v. 9, n. 7, p. 1-8, 2014.
- 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: Ciências Naturais**, Belém, v. 7, n. 1, p. 47-68, 1991.
- 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**, Amsterdam, v. 265, n. 1, p. 71-81, 2012.
- SCOLFORO, J. R. S. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/ FAEPE, 1998.
- SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341 p.
- SHEPARD JR., 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, V. S. **Sistema reprodutivo e diversidade genética de *Bertholletia excelsa* em diferentes ambientes no Estado do Acre**. 2014. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia) - Universidade Federal do Acre. Rio Branco, 2014.
- 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, 2008a.
- 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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 11, p. 1509-1516. 2008b.

- 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. 241 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.
- VIANA, V. M.; MELLO, R. A.; MORAES, L. M.; MENDES, N. T. Ecologia e manejo de populações de castanha-do-pará em reservas extrativistas Xapuri, Estado do Acre. In: GASCON, G.; MOUTINHO, P. (Ed.). **Floresta Amazônica: Dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA, 1998. p. 277-292.
- WADT, L. H. O. (Ed.) SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA: Manejo Sustentável de Produtos Florestais Não-madeireiros na Amazônia, 1, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Embrapa Acre, 2008, 182 p.
- WADT, L. H. O.; KAINER, K.A. Domesticação e melhoramento da castanheira. In: BORÉM, M. T. G. L.; CHARLES, R. C (Ed.) **Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas**. Viçosa, 2009. p. 297-318.
- WADT, L. H. 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**, Amsterdam, v. 211, n. 3, p. 371-384, 2005.
- WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; STAUDHAMMER, C. L.; SERRANO, R. O P. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: Natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation**, Kidlington, v. 141, n. 1, p. 332-346, 2008.
- 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 density. **Trees**, New York, v. 19, n.1, p. 1-14, 2005.
- ZUIDEMA, P. A.; BOOT, R. G. A. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, n. 1, p. 1-31. 2002.

Recebido em 19/08/2014

Aceito para publicação em 30/07/2015

