

**Dispersão primária de frutos da castanha ( *Bertholletia excelsa* Bonpl.):  
importância para o manejo e a conservação da espécie**  
**Primary dispersal of Brazil nuts fruits ( *Bertholletia excelsa* Bonpl.):  
importance to species management and conservation**

Camila de Lima Faustino<sup>I</sup>, Joziane Silva Evangelista<sup>II</sup>, Lúcia Helena de Oliveira Wadt<sup>II</sup>

<sup>I</sup>União Educacional do Norte. Rio Branco, Acre, Brasil

<sup>II</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio Branco, Acre, Brasil

**Resumo:** A castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) é um produto florestal não madeireiro de destaque, por consolidar aspectos econômicos, sociais e ecológicos. No entanto, práticas de manejo ainda precisam ser estabelecidas para que a extração desse produto seja realizada de forma segura, a fim de que o extrativista tenha um produto de qualidade e que seja sustentável para a espécie. Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a dinâmica da dispersão primária de frutos de *Bertholletia excelsa* em um castanhal nativo no estado do Acre, buscando obter informações que subsidiem uma definição segura sobre a melhor época e o intervalo de coleta dos frutos. Durante o período de dispersão, 20 árvores foram monitoradas, sendo seus frutos contados e marcados de acordo com o tempo de queda. A queda dos frutos ocorreu em picos, sendo que, após 50 dias do início da dispersão, praticamente todos os frutos já haviam caído. Os resultados deste estudo indicam que a coleta deve começar a partir da oitava semana após o início da dispersão, e apenas um retorno às árvores deve ser realizado para a coleta dos frutos remanescentes, proporcionando ganhos em termos de qualidade e maior eficiência na produtividade.

**Palavras-chave:** Extrativismo. Produto florestal não madeireiro. Período de coleta. Biologia de espécie. Fenologia.

**Abstract:** The Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) stands out amongst other non-timber forest product in bringing together economic, social and ecological benefits. However, appropriate management practices for the harvesting of this species still need to be established in order to support both extractivist livelihoods and maintain viable Brazil nut populations. We conducted this study to evaluate the dynamics of the primary dispersal of *Bertholletia excelsa* fruits in a naturally occurring Brazil nut grove in the Brazilian state of Acre, and in doing so provide guidance regarding the most appropriate harvesting period. During the fruit fall period we monitored 20 trees, counting and marking their fruits according to when they fell. Fruit fall was shown to occur in peaks, with virtually all fruits having fallen within 50 days. The results indicate that the collection of Brazil nuts should start from the eighth week after the start of fruit fall with just a second visit to collect the remaining fruit, thus improving both the quality and efficiency of productivity.

**Keywords:** Extraction. Non-timber forest product. Collecting period. Biology of species. Fenology.

---

FAUSTINO, C. L., J. S. EVANGELISTA & L. H. O. WADT, 2014. Dispersão primária de frutos da castanha (*Bertholletia excelsa* Bonpl.): importância para o manejo e a conservação da espécie. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 9(2): 371-379.

Autor de correspondência: Lúcia Helena de Oliveira Wadt. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre. BR 364, km 14. Rio Branco, AC, Brasil. CEP 69908-970 (lucia.wadt@embrapa.br).

Recebido em 30/09/2013

Aprovado em 29/07/2014

Responsabilidade editorial: Toby A. Gardner



## INTRODUÇÃO

O grande desafio para a região amazônica é conciliar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais. Nos últimos anos, tem sido verificado um interesse crescente por parte das comunidades, indústrias, governos e instituições de pesquisa na promoção de sistemas florestais com gestão diversificada, as quais incluem, além da madeira, outros produtos derivados da floresta (Arnold & Ruiz-Pérez, 2001; Belcher *et al.*, 2005; Kusters *et al.*, 2006; Duchelle *et al.*, 2011a; Faustino & Wadt, 2014).

O extrativismo praticado na Amazônia está presente nos diferentes sistemas de produção das populações locais, e muitos produtos florestais não madeireiros (PFNM) representam uma estratégia viável para conservação das florestas tropicais primárias, desde que manejados de forma sustentável (Arnold & Ruiz-Pérez, 2001; Ticktin, 2004; Schmidt *et al.*, 2007). No entanto, essa atividade apresenta gargalos na cadeia produtiva, e um deles é a necessidade de tornar economicamente competitiva a extração de PFNM, para que ela não seja substituída por atividades mais rentáveis.

Em março de 2009, o Governo Federal do Brasil lançou o Plano Nacional de Promoção das Cadeias de Produtos da Sociobiodiversidade (PNPSB), com o objetivo de fortalecer a cadeia produtiva de alguns desses produtos por meio da integração de ações que visam à construção de mercados sustentáveis. As primeiras cadeias a serem implementadas no PNPSB foram as das sementes de castanheiras (*Bertholletia excelsa*) e do fruto do babaçu (*Orbignya* sp.), devido à sua relevância ambiental e socioeconômica.

A castanheira é uma espécie que ocorre em toda a região amazônica e o único produto no mercado internacional cuja produção ocorre quase que exclusivamente em florestas tropicais primárias (Peres *et al.*, 2003; Zuidema & Boot, 2002; Kalliola & Flores, 2011; Duchelle *et al.*, 2011b).

A coleta e o processamento da castanha-do-brasil sustentam mais da metade da população rural em muitas partes da Amazônia, e têm colocado a castanheira em foco como componente-chave para a conservação amazônica

(Peres *et al.*, 2003; Salomão *et al.*, 2006; Wadt *et al.*, 2008), por unir interesses conservacionistas e desenvolvimentistas.

Atualmente, há um esforço por parte de instituições governamentais e não governamentais para a implementação de cuidados e recomendações, em todas as etapas da produção da castanha-do-brasil, conhecido como “boas práticas de manejo” (Wadt *et al.*, 2005). A aplicação dessas práticas no sistema produtivo é a principal forma de garantir a qualidade do produto e a padronização durante o processo produtivo, evitando a contaminação das sementes por aflatoxinas e outros contaminantes biológicos.

Além da divulgação e do incentivo à adoção das “boas práticas de manejo”, estão sendo formuladas legislações específicas voltadas para o extrativismo da castanha-do-brasil. Em março de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou a Instrução Normativa nº 11, de 22 de março de 2010, em que estabelece, no artigo 71, a necessidade de “catar e amontoar os ouriços em local limpo e no menor tempo possível, após a queda dos mesmos”.

No entanto, a expressão “menor tempo possível” é subjetiva e não estabelece uma recomendação segura. Sabe-se que, para evitar a contaminação por aflatoxinas, o ideal é que os frutos sejam coletados e secados assim que disponíveis no solo da floresta, já que o fungo produtor da aflatoxina encontra-se naturalmente no ambiente florestal, sendo o solo uma importante fonte de inóculo (PAS, 2004). Por outro lado, não é econômico nem seguro fazer várias visitas a uma mesma árvore durante o período de queda dos frutos.

Diante da controvérsia entre o ideal e o possível de se fazer, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a dinâmica da dispersão primária de *Bertholletia excelsa* em um castanhal nativo, a fim de se obter informações que subsidiem uma definição precisa do que seria “o menor tempo possível para coleta dos frutos da castanheira”, tendo como base o pico de dispersão, além de possibilitar um indicativo sobre a melhor época e o intervalo de coleta dos frutos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um castanhal localizado no Projeto de Assentamento Agroextrativista (PAE) Chico Mendes, conhecido como Seringal Cachoeira, no município de Xapuri, estado do Acre, Brasil.

A pesquisa foi realizada em uma propriedade extrativista denominada 'Colocação Cachoeira' (10° 50' S e 68° 23' W), onde foram selecionadas 20 árvores de *B. excelsa*, divididas em dois grupos de dez árvores (Figura 1), como uma forma de minimizar o efeito do ambiente.

A seleção das árvores foi feita seguindo três critérios: 1) posição em relação a caminhos e a varadouros, sendo evitadas árvores muito próximas a ramais e varadouros movimentados; 2) distância mínima entre árvores, sendo considerados apenas espécimes

com mais de 50 metros de distância entre si; 3) produção estimada para a safra 2010/2011, em que árvores com poucos (menos que 140 frutos, equivalente a duas latas) ou muitos (mais que 350 frutos, equivalente a cinco latas) frutos na copa foram evitadas, a fim de excluir os extremos de produção.

Durante o período de 23 de novembro de 2010 a 31 de janeiro de 2011, as árvores foram monitoradas diariamente. No início do período de queda dos frutos, foi possível visitar as 20 árvores em um mesmo dia, mas, conforme foi aumentando o número de frutos no chão, nem todas as árvores foram visitadas no mesmo dia. No entanto, a ordem sequencial de visita foi mantida, para obter o menor intervalo possível de retorno à mesma árvore. Durante os 70 dias de monitoramento, todos os

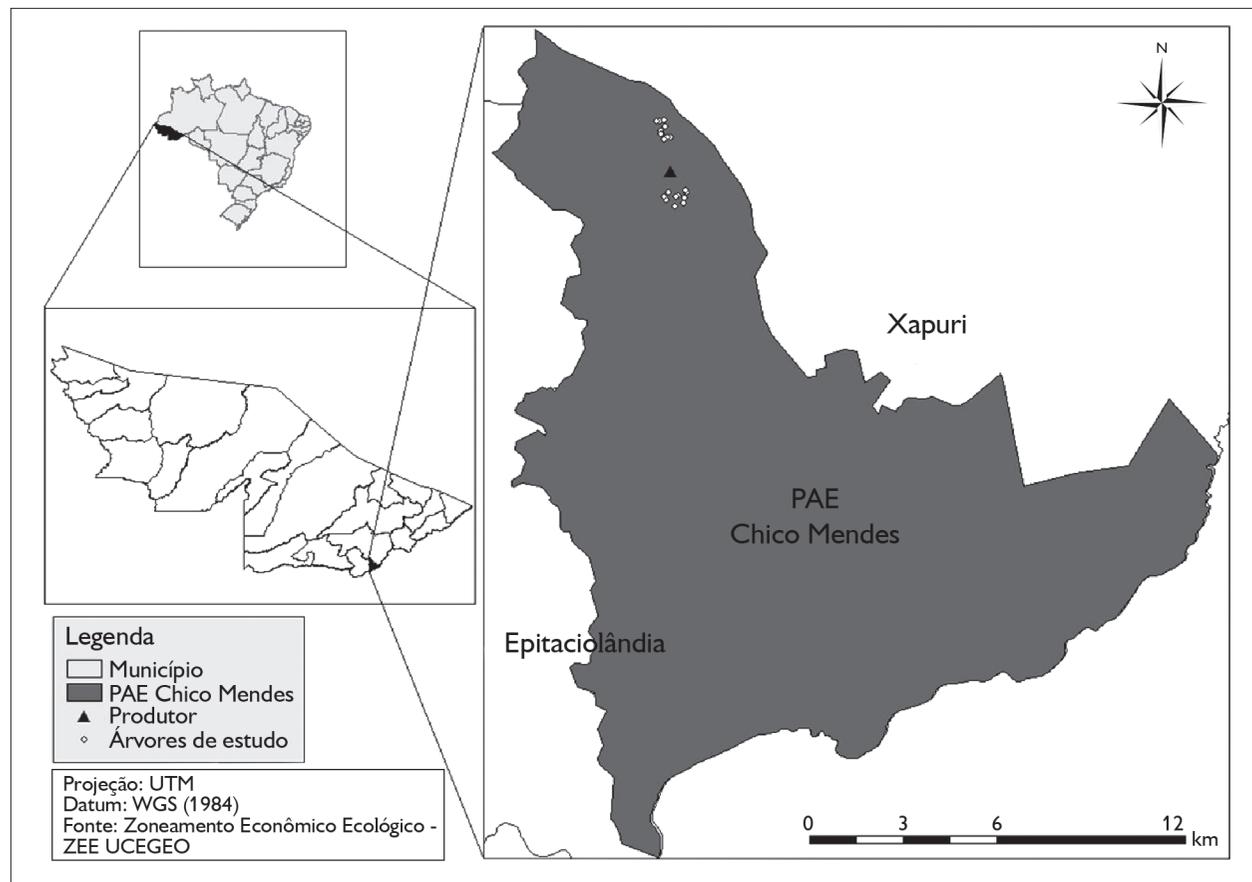


Figura 1. Área de estudo mostrando a localização das árvores selecionadas para monitoramento da dispersão dos frutos. Fonte: Faustino (2012).

frutos caídos debaixo da copa das árvores foram contados e marcados (número da árvore e número do fruto), sendo anotada a data da queda.

Para verificar se houve correlação da ocorrência de chuvas com a queda dos frutos, a precipitação no local de estudo foi medida diariamente no mesmo horário, às 22:00 h. Utilizou-se um pluviômetro caseiro, feito com garrafa PET (Duarte, 2007), instalado a uma altura de 1,5 m do solo em área aberta, próxima à casa do extrativista proprietário do castanhal (Figura 1). O volume de precipitação acumulado entre as 22:01 h de um dia até às 22:00 h do dia seguinte foi considerado como chuva do dia, sendo utilizado nas análises estatísticas.

Ao final do monitoramento, cinco árvores ainda apresentavam frutos na copa, totalizando 25 frutos, que foram considerados apenas para quantificar a produção total de cada árvore.

Para análise e padronização dos dados, o tempo foi expresso em número de visitas a cada árvore. Esse número e a pluviosidade diária foram considerados como variáveis independentes. A dispersão primária de frutos a cada visita foi analisada por regressão, considerando a porcentagem de frutos caídos em cada visita. A fim de avaliar a dinâmica da dispersão dos frutos com o tempo, a porcentagem de frutos caídos a cada semana foi plotada, sendo feito gráfico para verificar a ocorrência ou não de picos de dispersão.

A sincronia de dispersão dos frutos entre as árvores do castanhal foi avaliada pelo índice de sincronia da população ( $Z$ ), segundo Augspurger (1983). Esse índice se baseia no número de árvores apresentando a mesma fenofase, sendo expresso por:

$$z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Em que  $n$  = número de indivíduos monitorados;  $x_i$  = sincronia do indivíduo  $i$  com seus coespecíficos e que, neste estudo, esteve relacionado com a dispersão primária de frutos.

A sincronia de um determinado indivíduo com seus coespecíficos, ou o índice de sincronia individual ( $x_i$ ), é definida por:

$$x_i = \left( \frac{1}{n-1} \right) \cdot \left( \frac{1}{f_i} \right) \cdot \sum_{j \neq i}^n e_{j \neq i}$$

Em que  $e_j$  = número de dias em que os indivíduos  $i$  e  $j$  estão conjuntamente dispersando os frutos;  $f_i$  = número de dias em que o indivíduo  $i$  está dispersando os seus frutos;  $n$  = número de indivíduos analisados na população.

Quando  $X = 1$ , ocorre sincronia perfeita e todos os dias nos quais a árvore  $i$  dispersa seus frutos coincidem com os dias em que a árvore  $j$  também dispersa seus frutos; para  $X = 0$ , não existe sincronia no evento fenológico, ou seja, não há coincidências entre os dias de dispersão primária das árvores  $i$  e  $j$  na população.

O efeito da precipitação na queda dos frutos foi analisado por teste de médias, comparando-se a média de frutos dispersados por árvore, em dias de chuva, com a média de frutos dispersados em dias sem chuva, a cada visita. Esse mesmo teste foi feito utilizando a chuva do dia anterior, por considerar que a chuva de um dia pode influenciar a queda dos frutos no dia seguinte. Como, nesse caso, a variância dos dados não foi homocedástica, utilizou-se o teste Mann-Whitney para comparar as médias. Utilizou-se também correlação de Pearson, para avaliar se houve correlação da pluviosidade com o número médio de frutos dispersos. Aqui também foram feitas correlações com a pluviosidade do dia em que o fruto caiu e a do dia anterior.

## RESULTADOS

As árvores foram monitoradas durante 70 dias e, nesse período, cada árvore foi visitada vinte vezes, com intervalo médio de 3,6 dias ( $\pm 0,13$  dias). Na segunda semana de janeiro, com aproximadamente 50 dias de monitoramento, 90% dos frutos já haviam sido dispersados.

A dispersão primária dos frutos da castanheira ajustou-se a uma curva exponencial, na qual aproximadamente



27% da variação observada na queda dos frutos foram explicados pelo tempo (Figura 2).

Os resultados indicaram que a queda dos frutos não ocorreu de forma constante, havendo uma concentração no início do período de dispersão. No entanto, foram observados três picos de dispersão até a 7ª semana do estudo, com intervalos de aproximadamente duas semanas (Figura 3). No final de dezembro, aproximadamente 70% dos frutos já haviam caído.

Neste estudo, a dispersão de frutos na população foi sincrônica ( $Z = 0,86$ ), mostrando que a maioria das árvores de *Bertholletia excelsa* iniciou e terminou a dispersão primária em um mesmo período.

Não foi observada correlação entre a precipitação pluviométrica e a queda de frutos ( $p = 0,9200$ , para dados de chuva do dia da queda, e  $p = 0,2335$ , para dados de chuva do dia anterior à queda) (Figuras 4A e 4B). Da mesma forma, não houve correlação quando se relacionou o número médio de frutos dispersos com os dados de precipitação ( $r_s = -0,1625$ ;  $p = 0,1855$ , para chuva do dia, e  $r_s = 0,1473$ ;

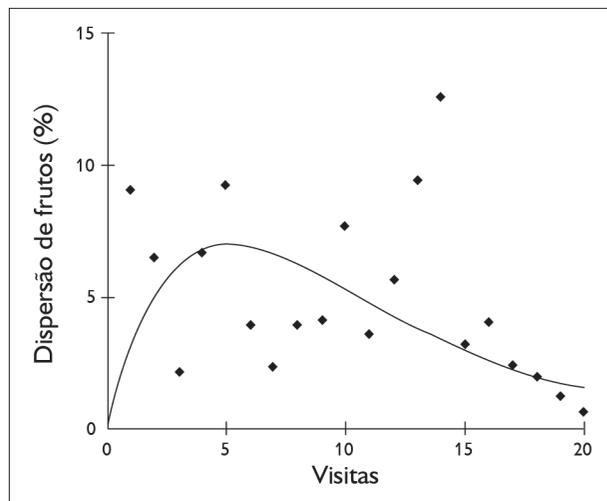


Figura 2. Representação gráfica da dispersão primária de frutos de *B. excelsa*, em função do tempo, expresso em visitas. Ajuste da curva exponencial:  $Y = 80,196 * e^{(-0,0681 * X)}$ ;  $r^2 = 27,20$ ;  $p = 0,0183$ .

$p = 0,2472$ , para chuva do dia anterior). Análise similar foi feita considerando apenas os dados pertinentes até a 15ª visita (8ª semana de monitoramento), pelo fato de, a partir dessa visita, o número de frutos remanescentes

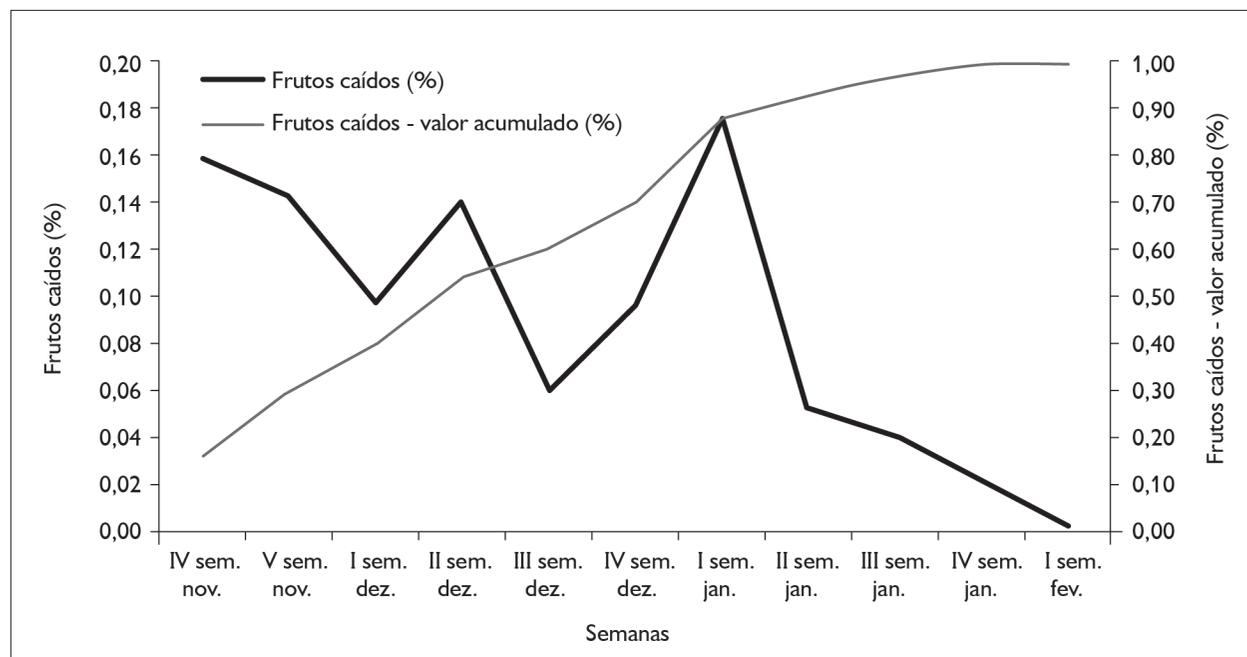


Figura 3. Dinâmica da dispersão primária de frutos da castanheira, demonstrada pela porcentagem de frutos caídos e porcentagem acumulada de frutos caídos ao longo do tempo, expresso em semanas.

na copa ter sido muito pequeno, o que poderia interferir nos resultados da correlação. Nesse caso também não houve correlação.

Embora a análise da precipitação pluviométrica do dia anterior não tenha expressado uma relação significativa com a queda dos frutos, houve uma tendência de mais frutos caídos quando ocorreu precipitação no dia anterior, conforme pode ser observado na Figura 4B.

## DISCUSSÃO

As fenofases de floração e frutificação de *B. excelsa* geralmente são sincrônicas e ocorrem anualmente (Tonini, 2011; Vieira *et al.*, 2009), facilitando a definição de estratégias para o manejo da espécie (Pires-O'Brien & O'Brien, 1995). Os resultados encontrados neste estudo mostram que a dispersão primária dos frutos da castanheira tende a ser um evento sincrônico ( $Z = 0,86$ ) na região estudada, porém não constante ao longo do tempo, apresentando três picos de dispersão até a 7ª semana do estudo.

Tonini (2011) considerou a dispersão primária de *B. excelsa* como um evento fenológico sincrônico, com índice de  $Z = 0,67$ , que foi menor em comparação ao observado neste estudo. Essa diferença pode ter sido em função da metodologia, já que as observações foram diárias neste estudo, enquanto que, na pesquisa de Tonini (2011), o intervalo de tempo entre as observações foi mensal.

O período de ocorrência da dispersão primária dos frutos da castanheira é diferente nas diversas regiões da Amazônia. No estado do Pará, a dispersão de frutos em castanheiras cultivadas ocorreu entre os meses de janeiro a março (Maués, 2002); em Roraima, os frutos começam a cair entre janeiro e fevereiro, e seguem dispersando até junho ou julho (Tonini, 2011). Na Bolívia, foi observado que os frutos começam a cair intensamente no mês de novembro, estendendo-se até fevereiro, com o pico de queda ocorrendo em novembro ou em dezembro (Zuidema & Boot, 2002). No Acre, a dispersão de frutos ocorre no mesmo período observado na Bolívia, ou seja, entre os meses

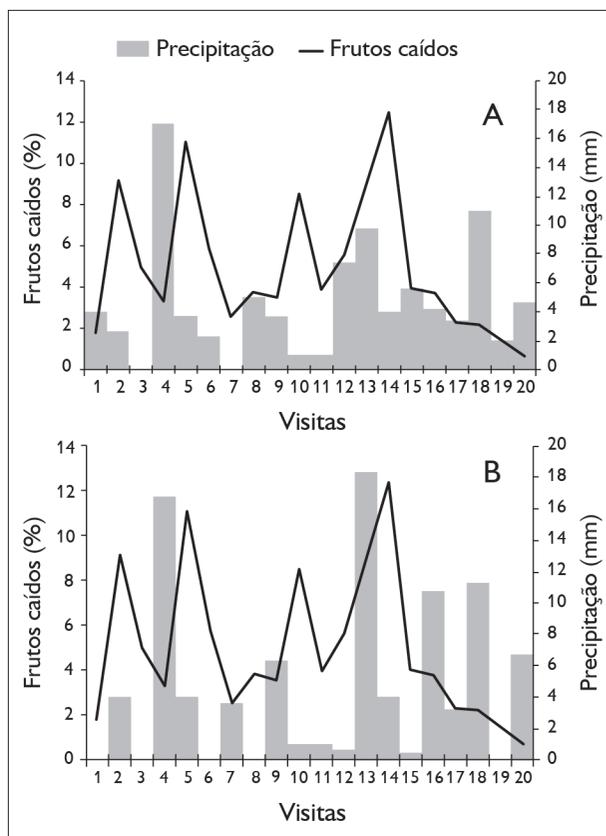


Figura 4. Dispersão média de frutos e pluviosidade em cada visita: A) dados mostrando a dispersão dos frutos caídos em relação à ocorrência de chuva do dia; B) dados mostrando a dispersão dos frutos caídos em relação à chuva do dia anterior.

de novembro a fevereiro (Lima *et al.*, 2012). Apesar dessas diferenças de época, acredita-se que o padrão de dispersão seja semelhante na Amazônia como um todo.

Na maioria desses estudos, a dispersão dos frutos é analisada de acordo com o período inicial e final da sua queda, tendo como pico o período em que a maior parte das árvores de um determinado local está dispersando seus frutos (Tonini, 2011; Wadt *et al.*, 2005; Clement, 2000; Vieira *et al.*, 2009). Essa relativa limitação dos dados estatísticos dificulta a definição de uma estratégia que torne a coleta dos frutos mais eficiente, melhorando o seu aproveitamento.

No geral, a variação observada nas fases reprodutivas entre diferentes locais relaciona-se com a pluviosidade (Zuidema & Boot, 2002), uma vez que as espécies tropicais

possuem uma estreita relação entre os eventos fenológicos e a distribuição das chuvas (Maués, 2002).

Apesar de o período de dispersão primária de *Bertholletia excelsa* coincidir com o início da estação de maior pluviosidade, não foi observada uma relação de efeito-causa da intensidade de chuva com a queda dos frutos. Em alguns momentos, quando o fruto está maduro, a chuva pode contribuir na dispersão, mas, nesse caso, a chuva não foi o fator que desencadeou ou exerceu forte influência ao longo do período de dispersão primária dos frutos da castanheira.

A relação entre o período de dispersão de frutos e o período chuvoso do ano pode ser uma estratégia de sobrevivência da espécie, relacionada com a atividade e o comportamento dos dispersores secundários, e com as condições para germinação das sementes. Smythe *et al.* (1982) consideram que há uma variação na densidade dos roedores em relação ao período de oferta e escassez de frutos, sendo que a redução na densidade coincide com o período de déficit de frutos na floresta. Alguns estudos demonstraram que a densidade de mamíferos foi correlacionada com a oferta de alimento (Adler, 1998; Chiarello, 1999) e outros relatam a adaptação alimentar dos mamíferos, quando há variações na produção de frutos (Henry, 1999).

No caso da castanheira, além de existir a necessidade de um agente externo para retirada de suas sementes do interior do fruto (Baider, 2000), essa espécie pode ter outra relação com seus dispersores, os quais, além de dispersar os frutos em um momento propício, são considerados os grandes responsáveis pela regeneração natural dos castanhais, pelo fato de enterrarem as sementes para consumo posterior, podendo se esquecer delas (Tuck Haugeasen *et al.*, 2010).

Baider (2000) comprovou que plântulas de castanheira germinando na floresta eram predominantemente oriundas de sementes enterradas, reforçando a importância da presença dos agentes dispersores para a manutenção dos castanhais.

Tradicionalmente, no estado do Acre, a coleta da castanha-do-brasil ocorre na primeira quinzena de fevereiro ou mais tarde, quando os extrativistas têm certeza de que

todos os frutos já caíram da copa das árvores. Algumas famílias iniciam um pouco mais cedo, em meados de janeiro, para garantir uma melhor qualidade do produto e maior produção, considerando a concorrência com a fauna.

Os resultados deste estudo mostram que, na região estudada, até o final de janeiro, praticamente todos os frutos já haviam caído (restou apenas 0,04% de frutos na copa das árvores), indicando que a estratégia utilizada pelos extrativistas é realmente segura com o objetivo de evitar acidentes. No entanto, será que a prática tradicional é também a melhor estratégia visando à eficiência produtiva? Os resultados obtidos indicam que a coleta deve ser antecipada para a segunda semana de janeiro, ou a partir da oitava semana após o início da dispersão, com uma segunda visita às árvores depois da primeira semana de fevereiro, para coleta dos frutos remanescentes.

Essa estratégia pode proporcionar ganhos em termos de qualidade, pois os frutos ficariam por menos tempo no chão da floresta, e até mesmo na eficiência de coleta, uma vez que a fauna consumidora teria um tempo reduzido para consumo e estoque do recurso, não significando prejuízo na dispersão, já que esses animais iniciam seu abastecimento a partir do início da dispersão primária (Faustino, 2012).

## CONCLUSÕES

A dispersão primária dos frutos de castanheira não ocorreu de forma constante ao longo da duração da pesquisa de campo, mostrando picos de dispersão até a 7ª semana. Ao contrário do esperado, a precipitação pluviométrica não desencadeou ou exerceu influência apreciável na dispersão primária dos frutos da castanheira. De modo geral, a dispersão primária de *Bertholletia excelsa* foi considerada um evento sincrônico para a população estudada.

Em termos de recomendação para o manejo, os resultados obtidos indicam que a coleta de castanha-do-brasil, na região deste estudo (Vale do Acre), deva ocorrer a partir da segunda semana de janeiro, com uma segunda

coleta após a primeira semana de fevereiro. No entanto, uma análise de custo/benefício deve ser feita antes da tomada de decisão sobre a validade de fazer duas coletas na mesma árvore.

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida para realização deste estudo, que foi parte da dissertação de mestrado; ao Programa de Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais, da Universidade Federal do Acre, pela oportunidade de realizar este trabalho; à EMBRAPA Acre, projeto Kamukaia, pelo apoio com a logística e disponibilização de técnicos em momentos importantes para o trabalho; à família do Duda e Bilu, pela acolhida em sua casa durante o trabalho de campo.

## REFERÊNCIAS

- ADLER, G. H., 1998. Impacts of resource abundance on populations of a tropical forest rodent. **Ecology** 79(1): 242-254.
- ARNOLD, J. E. M. & M. RUIZ-PÉREZ, 2001. Can non-timber forest products match tropical forest conservation and development objectives? **Ecological Economics** 39(3): 437-447.
- AUGSPURGER, C. K., 1983. Phenology, flowering, synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica** 15(4): 257-267.
- BAIDER, C., 2000. **Demografia e ecologia de dispersão de frutos de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Lecythidaceae) em castanhais silvestres da Amazônia Oriental**: 1-231. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BELCHER, B., M. RUIZ-PÉREZ & R. ACHDIAWAN, 2005. Global patterns and trends in the use and management of commercial NTFPs: implications for livelihoods and conservation. **World Development** 33(9): 1435-1452.
- CHIARELLO, A. G., 1999. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation** 89: 71-82.
- CLEMENT, C. R., 2000. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). In: J. W. CLAY, P. T. B. SAMPAIO & C. R. CLEMENT (Eds.): **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**: 119-132. INPA, Manaus.
- DUARTE, A. F., 2007. **Hidrometria no Acre: clima, medições e informações meteorológicas**: 1-121. EDUFAC, Rio Branco.
- DUCHELLE, A. E., M. R. GUARIGUATA, G. LESS, M. A. ALBORNOZ, A. CHAVEZ & T. MELO, 2011a. Evaluating the opportunities and limitations to multiple use of Brazil nuts and timber in Western Amazonia. **Forest Ecology and Management** 268: 39-48.
- DUCHELLE, A. E., P. CRONKLETON, K. A. KAINER, G. GUANACOMA & S. GEZAN, 2011b. Resource theft in tropical forest communities: implications for non-timber management, livelihoods, and conservation. **Ecology and Society** 16(1): 1-20. Disponível em: <www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art4/>. Acesso em: 8 março 2011.
- FAUSTINO, C. L., 2012. **Dispersão primária e secundária de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae) como subsídio para o manejo da espécie**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- FAUSTINO, C. L. & L. H. O. WADT, 2014. Resistência mecânica do pericarpo de frutos de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae). **Ciência da Madeira** 5(1): 25-33.
- HENRY, O., 1999. Frugivory and the importance of seeds in the diet of the orange-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology** 15(3): 291-300.
- KALLIOLA, R. & P. FLORES, 2011. Brazil nut harvesting in Peruvian Amazonia from the perspective of ecosystem services. **Fennia** 189(2): 1-13.
- KUSTERS, K., R. ACHDIAWAN, B. BELCHER & M. RUIZ-PÉREZ, 2006. Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America. **Ecology and Society** 11(2): 1-22. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art20/>. Acesso em: 5 outubro 2007.
- LIMA, L. M. S., F. L. FONSECA, M. F. CORREIA, L. H. O. WADT & E. S. G. GUARINO, 2012. Fenologia de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Castanheira), *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba) e *Copaifera* spp. (Copaíba), na Amazônia sul-ocidental. **Anais da Reunião Anual da SBPC**: 64. Disponível em: <http://www.sbpnet.org.br/livro/64ra/resumos/resumos/9446.htm>. Acesso em: 5 agosto 2014.
- MAUÉS, M. M., 2002. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: P. KEVAN & V. L. IMPERATRIZ FONSECA (Eds.): **Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature**: 245-254. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- PERES, C. A., C. BAIDER, P. A. ZUIDEMA, L. H. O. WADT, K. A. KAINER, D. A. P. GOMES-SILVA, R. P. SALOMÃO, L. L. SIMÕES, E. R. N. FRANCIOSI, F. CORNEJO VALVERDE, R. GRIBEL, G. H. SHEPARD JR., M. KANASHIRO, P. COVENTRY, D. W. YU, A. R. WATKINSON & R. P. FRECKLETON, 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. **Science** 302(5653): 2112-2114.
- PIRES-O'BRIEN, M. J. & C. M. O'BRIEN, 1995. **Ecologia e modelamento de florestas tropicais**: 1-400. Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém.



PROGRAMA DE ALIMENTOS SEGUROS (PAS), 2004. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-brasil**: 1-62. EMBRAPA (Série Qualidade e Segurança dos Alimentos), Brasília.

SALOMÃO, R. P., N. A. ROSA, A. F. CASTILHO & K. A. C. MORAIS, 2006. Castanha-do-brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia setentrional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais** 1(2): 65-78.

SCHMIDT, I. B., I. B. FIGUEIREDO & A. SCARIOT, 2007. Ethnobotany and effects of harvesting on the population ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapão Region, Central Brazil. **Economic Botany** 61(1): 73-85.

SMYTHE, N., W. E. GLANZ & E. G. LEIGH, 1982. Population regulation in some terrestrial frugivores. In: E. G. LEIGH, A. S. RAND & D. M. WINDSOR (Eds.): **The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes**: 227-238. Smithsonian Institution Libraries, Washington.

TICKTIN, T., 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. **Journal of Applied Ecology** 41(1): 11-21.

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

TUCK HAUGAASEN, J. M., T. HAUGAASEN, C. A. PERES, R. GRIBEL & P. WEGGE, 2010. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology** 26(3): 251-262.

VIEIRA, A. H., M. M. BENTES-GAMA, R. B. ROCHA, M. LOCATELLI & A. C. OLIVEIRA, 2009. **Fenologia reprodutiva de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. Bonpl.), em Porto Velho, RO**: 1-13. EMBRAPA (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 61), Porto Velho.

WADT, L. H. O., K. A. KAINER & D. A. P. GOMES-SILVA, 2005. Population structure and nut yield of *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management** 211(3): 371-384.

WADT, L. H. O., K. A. KAINER, C. L. STAUDHAMMER & R. O. P. SERRANO, 2008. Sustainable forest use in Brazilian extractive reserves: natural regeneration of Brazil nut in exploited populations. **Biological Conservation** 141(1): 332-346.

ZUIDEMA, P. A. & R. G. A. BOOT, 2002. 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** 18(1): 1-31.

