



## Tamanho da amostra para estimar produção de sementes de castanheiras nativas

Felipe Assis BORGES<sup>1\*</sup>, Hélio TONINI<sup>2</sup>, Aisy Botega BALDONI<sup>2</sup>, Silvia de Carvalho Campos BOTELHO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

<sup>2</sup> Embrapa Agrossilvipastoral, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

\* E-mail: msndofelipeborges@hotmail.com

Recebido em outubro/2015; Aceito em março/2016.

**RESUMO:** A Amazônia historicamente esteve submetida a métodos inadequados de exploração. Produtos florestais não madeireiros representam uma alternativa sustentável para o manejo florestal, especialmente a castanha-do-Brasil, amêndoa da espécie arbórea *Bertholletia excelsa*. Apesar de seu potencial econômico e ecológico, são poucos os inventários que utilizam sistemas amostrais testados e validados, com representatividade e consistência estatística. O objetivo deste estudo foi determinar a intensidade amostral necessária para estimar a produção de castanhas-do-Brasil, no município de Itaúba, MT. Foram analisados quatrocentos e quarenta e quatro frutos de oito árvores, em duas safras entre os anos de 2013 à 2015. O tamanho da amostra foi definido em função do erro de amostragem permitido, da variância, e da probabilidade de confiança fixada em 1, 5, 10, 15 e 20%. A análise do tamanho da amostra indicou que, para o limite de erro de 1% da média, foi necessário amostrar 96% dos frutos, variando entre 98,5 a 93%. Para limite de erro de 5%, a proporção da amostra foi, em média de 51,9%, com variação de 71,8 a 34,7%. O limite de erro de 10% necessitou da coleta de 22,8% em média dos frutos, variando de 38,9 a 11,7%. Limite de erro de 15%, a média requerida de coleta de frutos foi de 12%, com variação de 22,1 e 5,6% e, para o limite de erro de 20%, o tamanho da amostra foi de 7,2%, variando entre 13,7 e 3,2%. Portanto, para obter estimativas precisas da produção total de sementes de castanha-do-Brasil, é preciso a amostrar praticamente todos os frutos.

**Palavras-chave:** biometria de frutos, produtos florestais não madeireiros, inventário florestal.

Size of sample to estimate native seed production of the Brazil nuts

**ABSTRACT:** The Amazon has historically been subjected to inappropriate methods of exploitation. NTFPs represent a sustainable alternative to forest management, especially the Brazil nut, Almond tree species *Bertholletia excelsa*. Despite its economic and ecological potential, few inventories using tested and validated sampling systems, representativeness and statistical consistency. The aim of this study was to determine the sampling intensity needed to estimate the production of Brazil nuts, in the city of Itaúba, MT, Brazil. Four hundred forty-four fruits eight trees were analyzed in two seasons between the years 2013 to 2015. The sample size was set at sampling error function allowed the variance and confidence probability fixed at 1, 5, 10, 15 and 20%. The size analysis of the sample indicated that for the error limit of 1% of the average, it was necessary to sample 96% of the fruits ranging from 98.5 to 93%. For error limit of 5%, the proportion of the sample was on average 51.9%, ranging from 71.8 to 34.7%. The error limit of 10% required the collection of 22.8% on average of fruits, ranging from 38.9 to 11.7%. Limit 15% error, the required average fruit collection was 12%, with a range of 22.1 and 5.6%, and for the 20% limit of error, the sample size was 7.2% and between 13.7 and 3.2%. Therefore, to obtain accurate estimates of the total production of brown-and-Brazil seeds, we need to be sampled almost all fruits.

**Keywords:** fruit biometrics, non-timber forest products, forest inventory.

## 1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica por ser um dos habitats mais ricos em biodiversidade do planeta, abriga relevante fonte de recursos naturais. O modelo de exploração praticado nestas regiões ao longo da história, caracterizada pela retirada excessiva de madeira, ocasiona um rápido processo de degradação ao meio ambiente e índices mínimos de desenvolvimento econômico

para as populações locais (TONINI et al., 2008). Além de produtos florestais madeireiros (PFM), o ecossistema florestal proporciona também produtos florestais não madeireiros (PFNM), e serviços sociais e ecológicos essenciais para a vida e o bem estar de populações de todo o mundo. O beneficiamento e a combinação destas opções de manejo, em especial nos trópicos, resultam na manutenção e conservação da cobertura da vegetação natural, concomitante ao desenvolvimento econômico

das populações regionais envolvidas no processamento, e extração de tais produtos. Contudo, são escassos estudos empíricos que esclareçam a viabilidade do uso múltiplo dos serviços florestais (DUCHELLE et al., 2012), sobretudo em relação aos (PFNM). Embora tais produtos sejam abundantes na Amazônia, a falta de métodos adequados à exploração sustentável que estimem sua valorização econômica, tem ocasionado a perda significativa deste recurso. Esse tipo de atividade se mostra como importante ferramenta na conservação das florestas nativas, aliado ao desenvolvimento econômico de populações rurais, particularmente por ser uma atividade de fácil acesso, se mostrando oportuna àquelas famílias de menor renda (SCHWARTZ et al., 2008; SALOMÃO, 2009).

De acordo com Wong et al. (2001), boa parte dos PFNM ocorrem em épocas específicas do ano, e sua distribuição em determinadas áreas, geralmente é agregada, o que limita seu aproveitamento de forma sazonal. Também os níveis de investimento, tempo e habilidades necessários para sua avaliação, dificultam a aplicabilidade e adaptação das técnicas florestais já existentes, sendo praticamente inexistentes, os sistemas amostrais testados e validados para produtos florestais não madeireiros (TONINI, 2013). A castanha-do-Brasil, amêndoa proveniente da espécie (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), árvore que alcança 50 m de altura, e até 3 m de diâmetro, e de ocorrência marcante nas florestas Amazônicas, tem grande importância econômica para três países amazônicos (Bolívia, Brasil e Peru), destacando-se como um produto florestal fundamental para a promoção da conservação da Amazônia, e para o desenvolvimento dos povos da floresta e do campo (DUCHELLE et al., 2012; SORIANO et al., 2011).

Em virtude de seu potencial econômico, ambiental e social, o desenvolvimento de processos de amostragem eficazes e de baixo custo para obter a estrutura, parâmetros de dinâmica populacional e estimativas confiáveis da produção de frutos e sementes são fundamentais para o manejo sustentável de castanhas nativas. Estimativas precisas da produção de sementes são fundamentais também para programas de melhoramento genético e seleção de germoplasma, sobretudo para espécies arbóreas tropicais de relevante valor econômico como a castanha-do-Brasil, permitindo o alcance do ideal manejo das populações naturais, e a conservação dos recursos genéticos florestais (VIEIRA, 2014). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi indicar o tamanho da amostra para estimativa da produção individual de sementes de castanha-do-Brasil, em floresta nativa ao Norte de Mato Grosso.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os resultados foram obtidos em floresta nativa no município de Itaúba, ao norte do Estado de Mato Grosso, na reserva legal

de uma Fazenda Pertencente ao Grupo Dal Pae, com uma área de 2000 ha. A área faz parte do bioma Amazônico, com classificação climática do tipo Aw segundo Koppen-Geiger, caracterizado como tropical de estação seca, com temperatura anual entre 15 a 40 °C e pluviometria média anual de 2000 mm. Para realizar o cálculo do tamanho da amostragem e obter a estimativa da produção de frutos e sementes, foram monitoradas 8 árvores de castanha-do-Brasil, entre os anos de 2013 a 2015, cuja colheita dos frutos foi dividida em duas safras: 2013/2014 e 2014/2015, na primeira, foram avaliados os frutos provenientes de três árvores, e na segunda de cinco árvores, sendo as mesmas da primeira safra, com a incorporação de mais duas árvores na amostragem. Posteriormente em laboratório, foi obtido o peso úmido de todos os ouriços com auxílio de balança analítica, e em seguida os frutos foram abertos, e suas sementes contadas com balança de precisão. A intensidade amostral, para estimar a produção individual em kg de semente, foi definida em função do erro de amostragem permitido, da variância, e da probabilidade de confiança fixada de 1, 5, 10, 15 e 20%, conforme Sanquetta et al. (2006) para populações finitas (Eq. 1). A precisão foi medida com base no intervalo de confiança para a média, no erro amostral e erro percentual.

$$n = \frac{Nt^2S_x^2}{NE^2 + t^2S_x^2} \quad (1)$$

em que:

- EL - limite de erro admitido no inventário
- E - (LE .  $\bar{x}$ ).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados 444 frutos, sendo 132 da safra de 2013/2014 e 312 da safra de 2014/2015. Na análise da produção de castanha-do-Brasil (Tabela 1), observou-se uma média de 55 frutos por árvore, e 17 sementes por fruto. Este resultado foi próximo ao obtidos por Costa et al. (2014), em Caracaraí (RR), Barbeiro (2012) e Salomão et al. (2006), nos municípios de Oriximiná (PA) e Porto Trombetas (PA), respectivamente, com 16 sementes por fruto. Os últimos autores analisaram 74 árvores, produzindo em média 29 ouriços por castanheira variando de 1 a 172 frutos por árvore. A variação da quantidade de sementes presentes em cada fruto é diretamente influenciada por fatores biológicos da árvore, em especial o número de óvulos, e sua taxa de fecundação (MORITZ, 1984). O mesmo autor destaca também que quanto maior o índice de óvulos fecundados, maior o tempo em que os frutos ficarão ligados à planta, conseqüentemente, aumentando a biomassa de suas amêndoas.

Tabela 1. Análise da produção de Castanha-do-Brasil em Itaúba, Mato Grosso.

Table 1. Analysis of Brazil Nut production in Itaúba, Mato Grosso, Brazil.

Árvore	Safra	Frutos	Nº sementes fruto	Peso sementes fruto	Sx <sup>2</sup> frutos	Peso sementes árvore
1	2013/2014	61	16,7	6358,5	623,00	101,80
2	2013/2014	44	15,2	4595,7	256,49	101,65
3	2013/2014	27	16,5	2695,4	331,57	99,74
4	2014/2015	61	16,7	5910,6	623,00	101,80
5	2014/2015	45	15,2	4797,4	250,66	101,66
6	2014/2015	55	17,1	5410,4	253,21	101,69
7	2014/2015	75	15,2	5657,1	228,74	73,64
8	2014/2015	76	21,4	11436,2	925,68	151,86
Média		55,5	17,0	5857,7	436,54	105,44

Nº Arv. - Número de registro da árvore; Sx<sup>2</sup> - Variância da amostra.

Cada árvore produziu em média 5,85 kg de sementes (peso úmido), valor próximo ao encontrado por Tonini et al. (2008), onde a produção média de amêndoas frescas foi de 5,4 kg em São João da Baliza. O peso médio das sementes por fruto foi de aproximadamente 105,44 gramas, diferindo de Costa et al. (2013) que obteve um valor de 130,490 g e de Tonini et al. (2008) cujos valores encontrados em dois municípios ao sul de Roraima foram de 184,66 e 151,20 g em média para 305 ouriços coletados de 112 plantas. A média do peso dos frutos (casca e sementes) variou de 228,75 a 925,69 g. A variabilidade de produção e peso de frutos está associada a diversos fatores, como o DAP da árvore, forma da copa, presença de polinizadores, condições de sítio, presença de lianas e seu domínio na copa das árvores. (KAINER, et al., 2006)

A estimativa do peso dos ouriços com sementes variou entre 817,69 a 146,82 g, relativamente distante da variação real do peso úmido dos frutos, sendo os valores de 924,689 a 228,747 g. Fatores que influenciam na produção de sementes podem dificultar estimativas acuradas, representando um grande empecilho ao melhoramento florestal. No estudo de variáveis que interferem na produção de castanhas, Ivanov (2014) registrou diferenças na produtividade devido ao tipo e profundidade do solo, forma do tronco da árvore, área de alburno e precipitações, inclusive obtendo diferentes valores de produção de amêndoas, com quantidades iguais de ouriços procedentes de árvores distintas. Variâncias na produção de frutos e sementes ocorrem nas populações e entre indivíduos, chegando a produzir 52 vezes mais nos anos de pico de produtividade, se comparado aos anos com baixa produção. Divergências nos padrões de produção podem ser mais influenciadas por fatores que afetam a produção global, como mudanças climáticas (e.g. El Niño), do que a fatores locais de solo, composição florística, abundância de polinizadores, etc (TONINI & PEDROZO, 2014)

A análise do tamanho da amostra (Figura 1) indicou que, para o limite de erro de 1% da média, foi necessário amostrar 96% dos frutos, variando entre 98,5 a 93%. Para limite de erro de 5%, a proporção da amostra foi, em média de 51,9%, com variação de 71,8 a 34,7%. O limite de erro de 10% necessitou da coleta de 22,8% em média dos frutos, variando de 38,9 a 11,7%. Para o limite de erro de 15%, a média requerida de coleta de frutos foi de 12%, com variação de 22,1 e 5,6% e, para o limite de erro de 20%, o tamanho da amostra foi de 7,2%, variando entre 13,7 e 3,2%. Sendo assim, para se obter estimativas precisas da produção total de sementes de castanha-do-Brasil, é preciso a amostragem de praticamente a totalidade dos frutos. Tonini (2013), em seu

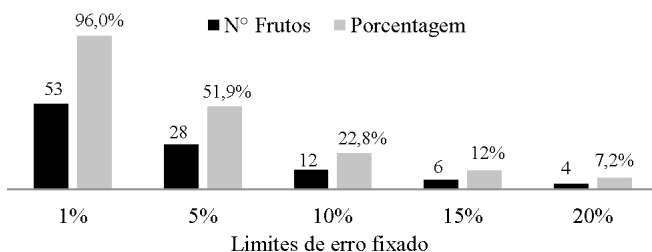


Figura 1. Média do tamanho da amostra de frutos de castanha-do-Brasil, para estimativa da produção total em função do limite de erro.

Figure 1. Average of sample size of the Brazil Nut, to estimate the total production.

estudo que objetivou estimar a produção de castanhas analisando 513 frutos, provenientes de 8 árvores do município de Caracará, Roraima, obteve resultados semelhantes para o limite de erro de 1%, sugerindo a amostragem de todos os frutos para o cálculo preciso da produtividade, o limite de erro de 5% necessitou de uma amostra 64,6%, variando entre 41 e 68,7%, e para o erro de 10%, foi necessária a amostragem de 33% do número de frutos com variação de 15,3 e 48,4%. Sendo pertinente definir o tamanho da amostra, em função da variabilidade individual na população, devido ao fato de que erros de estimativa podem ocorrer por causa de pequenas amostras.

#### 4. CONCLUSÕES

Para estimativas de produção com média de 1% de erro amostral, se faz necessário uma amostragem mais completa dos frutos, com aproximadamente 96% do total. Para erros amostrais de 10%, comumente aceitos em inventários florestais, deve-se amostrar 23% dos frutos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro, a Prefeitura Municipal de Itaúba pelo apoio e ao Grupo Dal Pai pela cessão das áreas experimentais.

#### 6. REFERÊNCIAS

- BARBEIRO, L. S. S. **Sistema de amostragem para quantificar a produção de sementes de *Bertholletia excelsa* H.B.K. (castanha-do-Brasil) na região de Oriximiná - PA.** 2012. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012
- COSTA, E. K. L.; PEDROZO, C. A.; JORDÃO, S. M. S.; TEIXEIRA, A.; BATISTA, K. D. Caracterização morfológica de sementes de castanheira-do-Brasil em uma população nativa em Roraima. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE SEMENTES E MUDAS. 1, 2014, Viçosa, **Resumo**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2014. p. 1-3.
- DUCHELLE, A. E.; GUARIGUATA, M. R.; LESS, G.; ALBORNOZ, M. A.; CHAVEZ, A.; MELO, T. Evaluating the opportunities and limitations to multiple use of Brazil nuts and timber in Western Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 268, p.39-48, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.023>
- IVANOV, G. B. **Influência de variáveis dendrométricas, anatômicas e ambientais na produção de frutos e sementes de *Bertholletia excelsa* H. B. K.** 2011, 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.
- KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; GOMES-SILVA, D. A. P.; CAPANU, M. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **Journal of Tropical Ecology**, Inglaterra, v. 22, p. 147-154, 2006.
- MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e frutificação da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.).** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1984. 20p. (Documentos 29)
- SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; CÔRTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V. **Inventários Florestais: Planejamento e Execução.** 1.ed. Curitiba: Multi-Graphic Gráfica e Editora, 2006. 87p.

- SALOMÃO, R. P. Castanheira-do-Brasil recuperando áreas degradadas e provendo alimento e renda para comunidades da Amazônia Setentrional. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78, 2006.
- SALOMÃO, R. P. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Belém, v. 4, n. 1, p. 11-25, 2009.
- SORIANO, M.; KAINER, K. A.; STAUDHAMMER, C. L.; SORIANO, E. Implementing multiple forest management in Brazil nut-rich community forests: Effects of logging on natural regeneration and forest disturbance. **Forest Ecology and Management** v. 268, p. 92-102, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.05.010>
- SCHWARTZ, G.; NASCIMENTO, N. A.; MENEZES, A. J. E. A. Estrutura populacional de espécies de interesse florestal não-madeireiro no sudeste do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência. & Desenvolvimento**. Belém, v. 4, n. 7, p. 117-130, 2008.
- TONINI, H. Amostragem para a estimativa de produção de sementes de castanheira-do-brasil em floresta nativa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.5, p. 519-527, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2013000500008>
- TONINI, H.; PEDROZO, C. A. Variações anuais na produção de frutos e sementes de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 133-144, 2014.
- TONINI, H.; COSTA, P.; KAMINSKI, P. E. Manejo de produtos florestais não madeireiros na Amazônia - (Castanheira-do-Brasil) Resultados da pesquisa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 2**. Boa Vista: Embrapa Roraima. p. 31, dezembro, 2008.
- TONINI, H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P.; SCHWENGBER, L. A. M. Estrutura populacional e produção de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) e andiroba (*Carapasp.*) no sul do Estado de Roraima. **Projeto Kamukaia - Manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros na Amazônia**. In: SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA. 1., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2008. p. 15-24.
- TONINI, H.; KAMINSKI, P. E.; COSTA, P.; JÚNIOR, M. M.; SCHWENGBER, L. A. M. Biometria de frutos de castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima. **Projeto Kamukaia - Manejo sustentável de produtos florestais não madeireiros na Amazônia**. In: SEMINÁRIO DO PROJETO KAMUKAIA. 1., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2008. p. 45-52.
- WONG, J.L.G.; THORNBER, K.; BAKET, N. **Resource assessment of non-wood forest products: Experience and biometric principles**. Rome: FAO, 2001. 110p. (FAO. Non-wood forest products technical papers, 13).
- VIEIRA, F. S. **Diversidade genética e estrutura populacional de populações naturais de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* B.)** 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado genética e melhoramento de plantas) - Universidade Estadual de Mato Grosso, Alta Floresta, 2014.