

Sobrevivência e Frutificação de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em Áreas Desmatadas em Oriximiná, Pará

Ricardo Scoles¹, Marcelo Serrão Canto², Renato Glauber Almeida³,
Dayanne Pinheiro Vieira⁴

¹Centro de Formação Interdisciplinar, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Santarém/PA, Brasil

²Fiscalia de Tributos Municipais, Prefeitura de Oriximiná, Oriximiná/PA, Brasil

³Unidade Estadual de Amapá, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Santana/PA, Brasil

⁴Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Oriximiná/PA, Brasil

RESUMO

Analisaram-se as condições biológicas (sobrevivência, reprodução, rebrotação) e estrutura de populações de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) nas margens de estradas em áreas desmatadas (Oriximiná, Pará). Identificaram-se 441 árvores de castanheira (Diâmetro à Altura do Peito – DAP > 10 cm). De cada árvore, coletaram-se as coordenadas geográficas, dados dendrométricos e registrou-se o estado vital e reprodutivo, assim como evidências de perturbação e rebrotamento. Cerca de 75% das castanheiras foram encontradas em estado morto. A estrutura populacional das árvores vivas é envelhecida (DAP médio, 159 ± 0,55 cm), com baixa presença de jovens improdutivos (4,6%). Pouco mais da metade das castanheiras adultas sobreviventes (DAP > 40 cm) apresentou evidências de frutificação. As árvores com frutos apresentaram uma área de copa significativamente maior que as improdutivas. São necessárias medidas urgentes de conservação e reflorestamento da população de castanheiras na região do estudo, em conformidade da legislação ambiental vigente.

Palavras-chave: desmatamento, conservação, castanheira.

Survival and Fructification of *Bertholletia excelsa* Bonpl. in Deforested Areas, Oriximiná, Pará

ABSTRACT

This study assessed biological conditions (survival, productivity, regrowth) and structure of populations of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in the proximity to the deforested roadside (Oriximiná, Pará). We studied 441 trees (Diameter at Breast Height – DBH > 10 cm), and collected geographic coordinates, dendrometric data, record of reproductive and biological status and evidence of disturbance and regrowth; 75% of the nut trees was dead. The population structure of survivors Brazil nut tree is aged (DBH average, 159 ± 0.55 cm), with low presence of young tree (DBH < 40 cm, 4.6%). Little over half of the surviving adult nut trees (DBH > 40 cm) showed evidence of fruiting; with an area of crown significantly higher than the non-productive trees. It is recommended the adoption of urgent measures for conservation and reforestation of the population of Brazil nut trees in the study area in accordance with the current environmental law.

Keywords: deforestation, conservation, Brazil nut tree.

1. INTRODUÇÃO

Na região amazônica, o desmatamento acelerado nos últimos 40 anos está muito ligado à expansão agropecuária e especulação fundiária (Fearnside, 2010; Davidson et al., 2012; Nobre, 2014). Atualmente, a perda de cobertura florestal acumulada na Amazônia brasileira representa 18% da sua extensão original. Nos últimos 10 anos, segundo o INPE (2012), a taxa anual de desmatamento diminuiu ostensivamente, de mais de 25 mil km² para menos de 5 mil km² (máximo de 27.379 km², em 2004, mínimo de 4.656 km², em 2012). Entre as múltiplas causas possíveis que expliquem essa desaceleração, destaca-se o efeito mitigador das áreas protegidas da Amazônia, que aumentaram em número e extensão na última década (Soares-Filho et al., 2010; Nepstad et al., 2011).

Não obstante, as bordas sul e leste da Floresta Amazônica, região do “arco de desmatamento”, têm sido historicamente as áreas mais afetadas pelo desmatamento; a maioria dos municípios amazônicos tem sofrido em maior ou menor medida perda de cobertura vegetal nas últimas décadas, especialmente nas proximidades das estradas (INPE, 2012). Realmente, a correlação entre taxa de desmatamento e estradas na Amazônia é muito forte, aumentando exponencialmente a taxa quando diminui a distância das florestas para as estradas (Ferreira, 2001; Nepstad et al., 2001; Soares-Filho et al., 2006).

O município de Oriximiná localiza-se na Região Oeste do Pará, na Calha Norte, dominado por grandes áreas florestais em bom estado de conservação (INPE, 2012). Nessa região é comum a presença de castanheiras (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), árvore florestal de alto porte que tende a formar aglomerações de árvores (castanhais) entre 5 e 20 árvores por hectare, intercaladas com áreas de baixa densidade da espécie (Mori & Prance, 1990). Os castanhais são especialmente abundantes na parte alta e média da bacia do Rio Trombetas, principal afluente da margem esquerda do Rio Amazonas, Região Oeste do Pará (IBAMA, 2004; Scoles & Gribel, 2012).

Em geral, o estado de conservação desses castanhais nessa região é alto, pois boa parte encontra-se em áreas protegidas e longe da rede de rodovias do estado (Scoles & Gribel, 2012). Exceções são as áreas de beira de estrada acessíveis desde o núcleo urbano de Oriximiná pelas rodovias PA-439, PA-254 e BR-163, que sofreram um intenso processo de transformação do

uso da terra desde a década de 1980. Na prolongação da BR-163 (conhecida como estrada do BEC, Batalhão de Engenharia e Construção, do Exército brasileiro), segundo depoimentos de moradores e posseiros das comunidades rurais existentes (ex., Nova Betel, km 12), extensas áreas florestais, muitas delas formadas por castanhais, foram substituídas por campos de pastagem para a criação de gado. Nesses locais desmatados, as castanheiras foram inicialmente poupadas do corte por estarem protegidas por legislação federal (Brasil, 1994, 2006), e por isso muitas delas aparecem erguidas ainda hoje no meio da paisagem desflorestada, se assemelhando à paisagem de “cemitérios de castanheiras” da região de Marabá (Bentes et al., 1988; Homma et al., 2000) (Figura 1).

A castanheira é a única espécie do gênero *Bertholletia* da família Lecythidaceae. Seu porte é arbóreo e seus frutos comestíveis fazem dessa espécie uns dos principais ícones vegetais da Floresta Amazônica. A distribuição dessa espécie se estende de leste a oeste da bacia amazônica, ocorrendo de forma descontínua nas florestas de terra firme entre as latitudes 5°S e 14°N (Mori & Prance, 1990).

A castanheira é uma espécie social com as seguintes características ecológicas: a) tendência à formação de aglomerações com alta densidade de indivíduos (Mori & Prance, 1990); b) estrutura populacional com domínio dos tamanhos intermediários de diâmetro e baixa presença de árvores jovens (Nepstad et al., 1992; Peres et al., 2003; Wadt et al., 2005; Salomão, 2009; Scoles & Gribel, 2011, 2012); c) ecologia reprodutiva dependente de polinização por abelhas robustas solitárias (Nelson et al., 1985; Mori & Prance, 1990; Maués, 2002) e de dispersão das sementes por cutias (*Dasyprocta spp.*, Rodentia) e/ou seres humanos (Huber, 1910; Ducke, 1946; Mori & Prance, 1990; Peres & Baider, 1997; Tuck Haugaasen et al., 2010; 2012; Scoles & Gribel, 2011); d) árvore de clímax dependente de luz com alto desempenho em áreas limpas (Fernandes & Alencar, 1993; Salomão, 1991; Scoles et al., 2011, 2014); e) germinação tardia em condições naturais, com tempo de dormência de sementes ultrapassando o período de um ano (Müller et al., 1980); e f) baixa taxa de sobrevivência no sub-bosque florestal no primeiro ano de vida da castanheira, devido aos frequentes casos de predação do endosperma (amêndoa que contém reserva nutricional) por animais silvestres

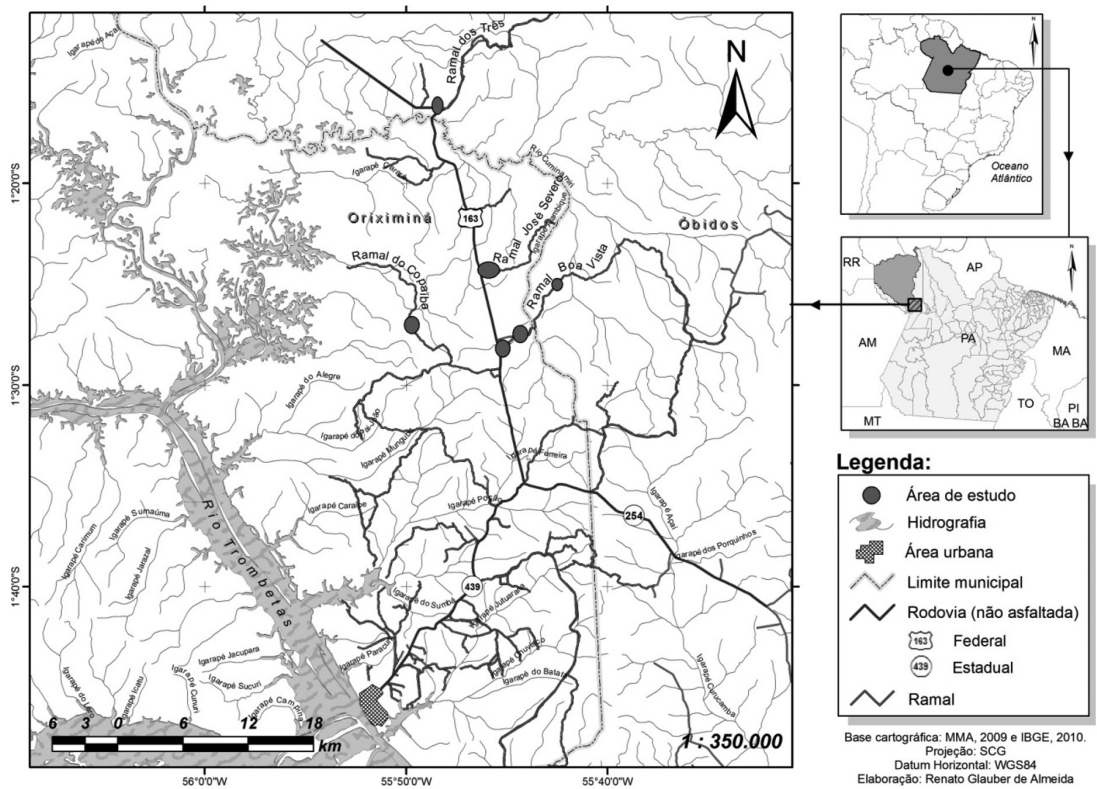


Figura 1. Mapa da área de estudo com a localização dos quatro ramais da Estrada do BEC (Oriximiná, Pará), nos quais foi feito o inventário da população de castanheiras.

Figure 1. Map of the study area with the locations of the four road extension of Estrada do BEC (Oriximiná, Pará) where Brazil nut tree populations were inventory.

(Oliveira, 2000; Ortiz, 2002; Zuidema & Boot, 2002; Scoles et al., 2014).

Segundo alguns autores, a castanheira é uma espécie indicadora de distúrbios passados pela sua alta capacidade de sobrevivência e rebrotamento em ambientes perturbados (Balée, 1989; Balée & Campbell, 1990; Paiva et al., 2011; Scoles et al., 2011, 2014). Plantações experimentais com mudas de castanheira evidenciam um elevado crescimento em altura nas áreas abertas ao sol (Fernandes & Alencar, 1993; Yared et al., 1993; Vieira et al., 1998; Tonini et al., 2005; Scoles et al., 2011, 2014), contrastando com o baixo desempenho em condições de alto sombreamento (Kainer et al., 1998; Myers et al., 2000; Peña-Claros et al., 2002; Scoles et al., 2011, 2014).

Nas regiões amazônicas de expansão da fronteira agropecuária e ocorrência natural da castanheira, como o Sudeste do Pará, é comum a paisagem desoladora de árvores de castanheira solitárias, erguidas e mortas nas

beiras de estrada (Bentes et al., 1988; Homma et al., 2000). As causas da alta mortalidade das castanheiras em áreas desprotegidas de vegetação e com intensa atividade pecuária têm a ver com a tradicional prática do uso do fogo para a limpeza de pastagens (Homma, 2000; Homma et al., 2000). Outros fatores que podem contribuir para as altas chances de mortalidade da castanheira em áreas de pastagens seriam uma combinação de: a) estresse ambiental causado pelas condições climáticas mais extremas, resultantes do desmatamento e fogo repetido (aumento de temperatura ambiental, diminuição das chuvas e da umidade do solo) (Nepstad et al., 2001; Phillips et al., 2009; 2010); b) condições edafológicas adversas pelo aumento da compactação do solo e pela perda de nutrientes (Müller et al., 2001, 2004; Martínez & Zinck, 2004; Araújo, 2011); e c) falta de dossel florestal no entorno das castanheiras, o que torna as árvores mais susceptíveis ao tombamento pela ação do vento e das tempestades.

A castanheira é uma espécie útil, de grande importância econômica e social na Região Amazônica devido à comercialização e consumo doméstico de suas sementes comestíveis (as castanhas). Na região de estudo, Calha Norte do Estado do Pará, a castanha-do-brasil é o produto florestal não madeireiro mais importante em termos econômicos (IDESP, 2011), sendo Oriximiná um dos principais municípios produtores do Brasil (IBGE, 2013). Ao lado da seringueira, a castanheira foi um dos principais motores da economia extrativista da Amazônia durante o período colonial e pós-colonial, ainda que a comercialização desse produto tenha crescido mais após o declínio da economia da borracha (a partir de 1911) e a posterior expansão da fronteira econômica na Amazônia Legal (a partir de 1970) (Benchimol, 2009).

Tendo presente a importância histórica e econômica da castanheira na Região Amazônica e a falta de estudos quantitativos que analisem a vitalidade, produtividade e rejuvenescimento das castanheiras em áreas desmatadas, este trabalho teve por finalidade realizar um diagnóstico biológico sobre as condições vitais e produtivas das castanheiras localizadas nas margens de estrada no município de Oriximiná, numa área (Estrada do BEC) com expressiva presença de castanhas mas em situação de deterioração populacional por desmatamento e fogo repetido.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de estudo

A região de estudo localiza-se na Estrada do Batalhão de Engenharia e Construção (BEC), estrada de chão cujo trajeto inicia na direção setentrional, na confluência das rodovias PA-439 e PA-254, no município de Oriximiná, estado do Pará. A coleta de dados das castanheiras foi realizada em propriedades particulares situadas em quatro ramais da Estrada do BEC (Figura 1). Segundo depoimentos de proprietários e moradores das comunidades circundantes, essas áreas vêm sofrendo processos de transformação do uso da terra desde finais da década de 1980, ocorrendo nas suas margens desmatamento e formação de pastagens para a criação extensiva de gado. As quatro áreas estudadas têm alta similaridade paisagística: são áreas de pastagem localizadas na beira de estradas e ramais de chão com a ocorrência dispersa de árvores de

castanheira (vivas ou mortas). Essas áreas mostram aparência degradada, presença reduzida e distante de fragmentos de floresta secundária. Pela distância entre as áreas pesquisadas (máximo de 21 km) e situação geográfica, as condições climáticas foram consideradas equivalentes entre os quatro locais.

O nome Estrada do BEC deriva do período militar (década de 1970), quando o 8º Batalhão de Engenharia e Construção (BEC) foi designado para a construção da estrada com a finalidade de ela ser um prolongamento da BR-163. Na prática, somente 72 km foram feitos, não sendo alcançados os objetivos previstos.

2.2. Coleta de dados

A coleta de dados das castanheiras identificadas na estrada do BEC foi realizada com as árvores situadas a uma distância entre 0-300 metros da margem, em sentido perpendicular aos ramais estudados. A identificação das árvores foi feita por observação direta. A facilidade da detecção das árvores em áreas limpas (desmatadas) fez desnecessário a elaboração de parcelas para o desenho do estudo. De cada castanheira foram coletadas as seguintes informações: 1) coordenadas geográficas (latitude, longitude); 2) Circunferência Altura Peito – CAP; 3) comprimento de dois galhos da copa em posição perpendicular um do outro (r_1 e r_2); 4) classificação da forma da copa inteira ($\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{4}$ partes); 5) informações sobre estado biológico (morta ou viva) e reprodutivo (presença ou não de frutos e flores); 6) evidências de perturbação (casca queimada, presença de cupim, tronco oco etc.); e 7) ocorrência de episódios de rebrotação. Todas as árvores foram fotografadas com câmeras digitais.

O registro de árvore em estado morto foi sinalizado após detecção e observação dos indivíduos secos e/ou queimados que apresentavam uma das seguintes características: 1) árvore erguida com copa mas sem folhas verdes; 2) árvore erguida sem copa; 3) árvore erguida com tronco partido ou cortado, acompanhado ou não da parte caída no chão; e 4) árvore derrubada e com a raiz arrancada. Para determinar a produção de frutos das árvores com DAP > 40 cm, observou-se a presença ou ausência de ouriços na copa das árvores com auxílio de binóculos 10 × 50. De forma complementar, procuraram-se também ouriços inteiros caídos no chão no raio de ação da copa da árvore. A coleta de dados de campo foi feita durante o período menos

chuvoso do ano (junho a novembro) e na entressafra da castanha, como garantia para a observação dos frutos ainda na árvore. Cabe ressaltar que em áreas abertas o observador tem diferentes ângulos (não verticais) para detectar os frutos na copa das árvores isoladas.

2.3. Análise dos dados

Os dados coletados foram analisados estatisticamente de forma conjunta, pois as quatro áreas pesquisadas apresentavam alta similaridade paisagística e climática. Para diâmetro e área de copa, verificou-se a normalidade das distribuições mediante teste de Lilliefors com nível de significância de 0,05 (Lilliefors, 1967). As amostras da área de copa tiveram uma distribuição não normal ($p < 0,001$), entretanto a distribuição das do diâmetro foi normal ($p < 0,132$).

O Diâmetro à Altura do Peito (DAP) foi calculado fazendo-se a conversão geométrica das mensurações de circunferência (CAP) feitas em campo ($DAP = CAP/\pi$). A área de copa das castanheiras foi estimada calculando-se a superfície de uma elipse e multiplicando-se esse valor por um índice de forma de copa (inteira = 1,00; $\frac{3}{4}$ partes = 0,75; metade = 0,50; $\frac{1}{4}$ parte = 0,25). Nesse cálculo de área, os raios da elipse correspondem aos dois comprimentos de galhos medidos em campo (r_1 e r_2) (Equação 1).

$$\text{Área de copa} = ic * [\pi * (r_1 * r_2)] \quad (1)$$

Neste estudo, as árvores com DAP entre 10-40 cm foram consideradas jovens não reprodutoras, conforme evidências empíricas mostradas em estudos anteriores (Zuidema & Boot, 2002; Scoles & Gribel, 2011, 2012). A densidade de castanheiras foi estimada por agrupamentos espaciais poligonais utilizando-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG), com auxílio do software ArcGis 9.3.

3. RESULTADOS

Identificou-se um total de 441 árvores de castanheira (DAP > 10 cm), entre vivas e mortas, numa área total de 218,7 ha (densidade total: 2,0 árvores/ha). A maioria das castanheiras inventariadas ($n = 333$) foi encontrada morta (75%), enquanto apenas 25% sinalizavam estar viva ($n = 108$). A imensa maioria das árvores detectadas mortas (99%) tinham sinais de queimadura na casca e/ou tronco da árvore, o que responsabiliza o fogo

como principal causa da morte dessas castanheiras. Ressalta-se que 23,1% das castanheiras tinham sinais de terem sido cortadas com motosserra após morrer, supostamente para aproveitamento da madeira, enquanto 6% das árvores mortas estavam tombadas e com as raízes arrancadas e expostas. Uma parcela considerável das castanheiras mortas (35,7%) permanece erguida (em pé), mesmo que a maioria delas (73,6%) já não possuía o esqueleto dos galhos da copa.

A densidade média de árvores sobreviventes foi de $0,6 \pm 0,3$ árvores/ha (máximo de 1,2 e mínimo de 0,3 árvores/ha). O diâmetro médio das castanheiras vivas foi de $159 \pm 0,55$ cm (máximo de 308 cm; mínimo de 11 cm) e o diâmetro médio das árvores mortas foi de $110 \pm 0,5$ m (máximo de 317 cm; mínimo de 11 cm). O diâmetro médio das árvores vivas foi significativamente maior (teste t de Student, $p < 0,0001$). A distribuição das classes de diâmetro (Figura 2) mostrou um domínio das árvores com tamanho DAP > 100 cm (84,3%), com a maioria das árvores com DAP > 150 cm (63,9%). A presença de árvores jovens não reprodutivas (DAP 10-40 cm) foi baixa (4,6%).

A área de copa das árvores vivas foi de 289 ± 238 m² (máxima de 1.258,2 m² e mínima de 0 m²). Das castanheiras vivas e adultas (DAP > 40 cm, $n = 103$), pouco mais da metade apresentou evidências de frutificação (51%). A área de copa e o diâmetro do tronco foram maiores nas árvores com presença de frutos que nas árvores sem evidências de frutificação. As diferenças entre árvores produtivas e não produtivas foram significativas para a área de copa (Tabela 1).

Observou-se também que 51% das árvores vivas apresentavam sequelas decorrente de ataque por fogo (casca queimada na base do tronco) e 12% evidenciaram ataque severo de insetos da ordem dos Isoptera (cupins). Apenas uma quinta parte das castanheiras vivas (20%) apresentou estruturas vivas de rebrotamento na base do tronco ou na copa.

4. DISCUSSÃO

O estudo biológico efetuado nas castanheiras dos ramais da estrada do BEC evidenciou uma paisagem desoladora composta majoritariamente por árvores de castanheira erguidas, todavia em estado consumado. Os resultados deste estudo confirmam a ineficácia da legislação quanto à proteção legal (Brasil, 1994, 2006) da

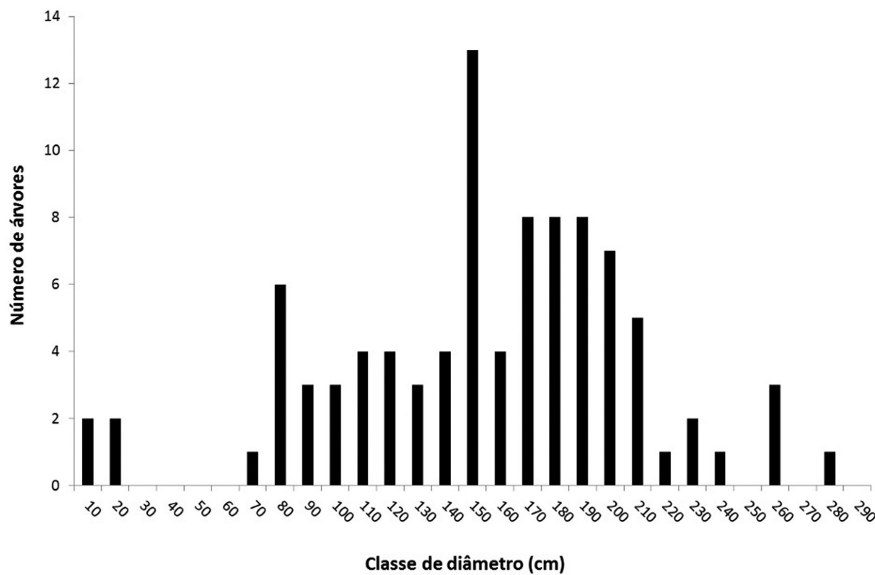


Figura 2. Distribuição das 108 árvores de castanheira (DAP > 10 cm) inventariadas na Estrada do BEC (Oriximiná, Pará), a intervalos de classes de diâmetro (10 cm).

Figure 2. Distribution of 108 Brazil nut trees (DBHs > 10 cm) in the Estrada do BEC (Oriximiná, Pará) in 10-cm diameter class intervals.

Tabela 1. Comparação dendrométrica entre árvores produtivas e não produtivas nas margens de estrada (Oriximiná, Pará).

Table 1. Dendrometric comparison of productive and not-productive Brazil tree nut in the border of drip road (Oriximiná, Pará).

Variável	Árvores sem frutos	Árvores com frutos	Teste estatístico
Número de árvores	50	53	
Diâmetro (cm)	157 ± 53 _a	173 ± 39 _a	Teste t Student*
Área de copa (m ²)	210,0 ± 181,8 _a	393,1 ± 244,3 _b	Mann-Whitney**

*p = 0,07. **p < 0,001. Nota: Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as duas amostras comparadas (árvores sem frutos e com frutos), p < 0,05, α = 95%.

espécie, pois atividades humanas na área de ocorrência das árvores (principalmente pecuária) acabam provocando drástica diminuição das populações densas de *Bertholletia excelsa*. De fato, neste estudo, a imensa maioria de castanheiras mortas possuía casca e parte interna do tronco queimadas, o que revela o uso descontrolado e frequente do fogo nessas propriedades e sua estreita relação com a mortalidade generalizada da população de castanheiras. Esses resultados são coincidentes com a paisagem de “cemitério de castanheiras” observada na região de Marabá décadas atrás (Bentes et al., 1988; Homma, 2000; Homma et al. 2000).

Neste estudo, a população viva de castanheiras apresenta maior frequência dos tamanhos intermediários de diâmetro das árvores (distribuição normal) e baixa

regeneração estabelecida (jovens, DAP 10-40 cm) conforme o padrão majoritário observado na Região amazônica (Zuidema & Boot, 2002; Peres et al., 2003; Salomão, 1991, 2009; Scoles & Gribel, 2012). Trata-se de uma tendência forte ao envelhecimento da população viva remanescente (a maioria das árvores tem DAP > 150 cm). As árvores produtivas possuem uma área de copa significativamente maior que as árvores não produtivas, resultado convergente com a correlação positiva encontrada entre a área da copa e a produtividade da castanheira nos estudos realizados no Acre (Wadt et al., 2005; Kainer et al., 2007).

A população remanescente de castanheiras deve estar sofrendo problemas de polinização ou frutificação, já que cerca da metade das árvores adultas não produz

frutos, percentual substancialmente inferior ao observado em florestas bem conservadas, como demonstram trabalhos no norte de Bolívia (90% das árvores com DAP > 40 cm são frutíferas, Zuidema & Boot, 2002) e Acre (imensa maioria das árvores com DAP > 50 cm, Kainer et al., 2007). São necessárias novas pesquisas para a comprovação científica das causas da baixa produtividade das castanheiras remanescentes em áreas desmatadas, como as da região de estudo. De forma preliminar, sugere-se duas possíveis explicações não necessariamente excludentes. A primeira relaciona-se com a provável diminuição da potencialidade reprodutiva das castanheiras sobreviventes por enfraquecimento vital, decorrente do aumento das condições ambientais adversas. Como potenciais fatores de estresse ambiental indicam-se: queimadas repetidas, clima mais seco e quente, solo compactado e pobre em nutrientes, assim como camada de liteira quase inexistente (o que dificulta a renovação adequada da fonte de nutrientes). A segunda diz respeito às dificuldades de acesso às árvores; à eficiência fertilizadora por parte dos insetos polinizadores, abelhas solitárias da família Apidae (Maues, 2002); e por um efeito combinado de isolamento das castanheiras das áreas florestais e de intensificação de queimadas durante o período de floração (outubro-novembro), conforme argumentado por Kitamura & Müller (1984) para explicar a queda de produtividade da população de castanheiras na região de Marabá (Pará).

A castanheira é uma espécie considerada promissora para a recuperação de áreas degradadas, desflorestadas e alteradas, seja pelo seu alto desempenho juvenil em áreas limpas (Fernandes & Alencar 1993; Yared et al., 1993; Peña-Claros et al., 2002; Scoles et al., 2011, 2014), seja pelos seus múltiplos usos em pastagens arborizadas (Franke, 1999; Veiga et al., 2000; Santos & Mitja, 2010); ou seja pela sua capacidade de rebrotamento em condições de perturbação (Paiva et al., 2011; Scoles et al., 2011, 2014). Cabe destacar, porém, que tais características não impedem que, em casos de uso reiterativo de fogo, a mortalidade das árvores de castanheira seja altíssima, como ocorre nas áreas de pastagem da região do Marabá (Bentes et al., 1988; Homma, 2000; Homma et al., 2000) ou neste estudo.

Por último, este estudo revela a necessidade urgente de iniciativas de conservação da espécie tanto por parte

do poder público como do setor privado. Por um lado, os órgãos públicos responsáveis pela conservação dos recursos naturais devem assegurar o cumprimento efetivo da proteção legal da castanheira. Por outro, os proprietários devem respeitar a lei e modificar as técnicas de manejo do solo, substituindo a prática tradicional do fogo por outras, em prol da sobrevivência das árvores remanescentes. De forma complementar, sugere-se a efetivação de planos de reflorestamento e enriquecimento com castanheiras por parte dos proprietários nas áreas de pastagens onde essa espécie ocorre, em parceria com assistência técnica pública.

5. CONCLUSÃO

A situação das populações de castanheira na Estrada do BEC (Oriximiná, Pará) é extremamente crítica. Por um lado, evidenciou-se altíssima mortalidade das árvores nas áreas desmatadas sem regeneração natural e atividade pecuária. Por outro lado, a população viva remanescente revelou uma clara tendência ao envelhecimento (escassa regeneração estabelecida) e baixo estado produtivo (somente 51% das árvores adultas têm frutos). Esse cenário desolador é fruto do descaso público e do desrespeito à legislação de proteção ambiental por boa parte dos proprietários rurais. Alternativamente, sugere-se a adoção urgente de medidas de conservação das castanheiras remanescentes e práticas de reflorestamento que garantam a reposição da população de castanheiras na região de estudo.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo de Pesquisa da Universidade Federal do Pará e a Prefeitura de Oriximiná pela ajuda financeira nas saídas de campo à estrada do BEC. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsas de iniciação de pesquisa. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio parcial a pesquisa através do projeto AUXPE - PRO-AMAZONIA -3288/2013. A Andrei Morais e Myriam Barboza pelas correções gramaticais do manuscrito. Em especial, sinceros agradecimentos a Emanoella Silva, Ruana Gato, Rosália Fernandes, Yan Patrick Sousa, Everton dos Santos, Domingos Diniz, Elvis Ricardo Figueira e Miguel Canto.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 9 fev., 2015

Aceito: 28 nov., 2015

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Ricardo Scoles

Centro de Formação Interdisciplinar,
Universidade Federal do Oeste do Pará –
UFOPA, Av. Mendonça Furtado, 2946, 4º andar,
Fátima, CEP 68040-470, Santarém, PA, Brasil
e-mail: ricardscoles@yahoo.es

REFERÊNCIAS

- Araújo EA. *Degradação das pastagens na Amazônia Ocidental: avaliação e alternativas de recuperação*. Rio Branco: AGBOOK; 2011.
- Balée W, Campbell DG. Evidence for the successional status of liana forest (Xingu River basin, Amazonian Brazil). *Biotropica* 1990; 22(1): 36-47. <http://dx.doi.org/10.2307/2388717>.
- Balée W. The culture of Amazonian forest. In: Posey DA, Balée W, editores. *Resource management in Amazonia: indigenous and folk strategies*. New York: New York Botanical Garden; 1989.
- Benchimol S. *Amazônia, formação social e cultural*. 3. ed. Manaus: Editora Valer; 2009.
- Bentes RS, Marín RA, Emmi MF. Os cemitérios das castanheiras do Tocantins. *Pará Desenvolvimento* 1988; 23: 18-23.
- Brasil. *Decreto Federal n. 1.228, de 19 de outubro de 1994* [online]. Diário Oficial da República Federativa de Brasil, Brasília, DF (1994 out 20) [citado 2013 mar 15]. Disponível em: <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109608/decreto-1282-94>
- Brasil. *Decreto n. 5.975, de 30 de novembro de 2006*. Diário Oficial da República Federativa de Brasil, Brasília, DF (2006 dez 01); Sec. 1: 1-3.
- Davidson EA, Araújo AC, Artaxo P, Balch JK, Brown IF, Bustamante MMC et al. The Amazon basin in transition. *Nature* 2012; 481(7381): 321-328. <http://dx.doi.org/10.1038/nature10717>. PMID:22258611.
- Ducke A. Plantas de cultura pré-colombiana na Amazônia Brasileira: notas sobre as espécies ou formas espontâneas que supostamente lhes teriam dado origem. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte* 1946; 8: 3-24.
- Fearnside PM. Consequências do desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil Especial Biodiversidade* 2010; 2010: 54-59.
- Fernandes PN, Alencar JC. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), dez anos após o plantio. *Acta Amazonica* 1993; 23(2-3): 191-198. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921993233198>.
- Ferreira LV. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade por meio da representatividade das unidades de conservação e tipos de vegetação nas ecorregiões da Amazônia brasileira. In: Capobianco JPR, editor. *Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável repartição de benefícios*. São Paulo: Instituto Socioambiental; 2001.
- Franke LI. *Principais usos e serviços de árvores e arbustos promissores que ocorrem em pastagens no Estado do Acre*. Rio Branco: EMBRAPA Acre; 1999 Comunicado Técnico n. 106.
- Homma AKO, Carvalho RA, Ferreira CAP, Nascimento JDN. *A destruição de recursos naturais: o caso da castanha-do-pará no sudeste paraense*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; 2000. Documento n. 32.
- Homma AKO. *Cronologia da ocupação e destruição dos castanhais no Sudeste paraense*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; 2000.
- Huber J. Mattas e madeiras amazônicas. *Boletim do Museu Paraense de História Natural* 1910; 6: 91-225.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA. *Plano de manejo da reserva biológica do Rio Trombetas*. Brasília: IBAMA; 2004.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Produção de extração vegetal e da silvicultura, 2013*. Rio de Janeiro: IBGE; 2013. vol. 28.
- Instituto de Desenvolvimento Econômico Social e Ambiental do Pará – IDESP. *Cadeias de comercialização de produtos florestais não madeireiros na Região de Integração Baixo Amazonas, estado do Pará: relatório técnico*. Belém: IDESP; 2011.
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. *Projeto Prodes Monitoramento da Floresta Amazonica Brasileira por Satélite* [online]. 2012 [citado 2013 mar 15]. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes>
- Kainer KA, Duryea ML, Macedo NC, Williams K. Brazil nut seedling establishment and autecology in extractive reserves of Acre, Brazil. *Ecological Applications* 1998; 8(2): 397-410.
- Kainer KA, Wadt LHO, Staudhammer CL. Explaining variation in Brazil nut fruit production. *Forest Ecology and Management* 2007; 250(3): 244-255. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.024>.
- Kitamura PC, Müller CH. *Castanhais nativos de Marabá-Pa: fatores de depredação e bases para a sua preservação*. Belém: EMBRAPA-CPATU; 1984. Documento n. 30.

- Lilliefors H. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. *Journal of the American Statistical Association* 1967; 318(68): 399-402. <http://dx.doi.org/10.1080/01621459.1967.10482916>.
- Martínez LJ, Zinck JA. Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. *Soil & Tillage Research* 2004; 75(1): 3-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2002.12.001>.
- Maues MM. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bompl. Lecythidaceae) in eastern Amazonia. In: Kevan P, Imperatriz-Fonseca VL, editores. *Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature*. Brasília: Ministry of environment; 2002.
- Mori SA, Prance GT. Taxonomy, ecology, and economy botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. and Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany* 1990; 8: 130-150.
- Müller CH, Rodrigues IA, Müller AA, Müller NRM. *Castanha-do-brasil: resultados de pesquisas*. Belém: EMBRAPA-CPATU; 1980. Miscelânea n. 2.
- Müller MML, Guimarães MF, Desjardins T, Martins PFS. Degradação de pastagens na Região Amazônica: propriedades físicas do solo e crescimento de raízes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2001; 36(11): 1409-1418. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001001100012>.
- Müller MML, Guimarães MF, Desjardins T, Mitja D. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian amazon: a case study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2004; 103(2): 279-288. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.003>.
- Myers G, Newton AC, Melgarejo O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. *Forest Ecology and Management* 2000; 127(1-3): 119-128. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00124-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00124-3).
- Nelson BW, Absy ML, Barbosa EM, Prance GT. Observation on flower visitors to *Bertholletia excelsa* H. & B. K. and *Couratari tenuicarpa* A. S. SM (Lecythidaceae). *Acta Amazônica* 1985; 15(supl): 225-234.
- Nepstad D, Brown I, Luz L, Alechandre A, Viana V. Biotic impoverishment of amazonian forests by rubber tappers, loggers, and cattle ranchers. *Advances in Economic Botany* 1992; 9: 1-14.
- Nepstad DC, Carvalho G, Barros AC, Alencar A, Capobianco JP, Bishop J et al. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management* 2001; 154(3): 395-407. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00511-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00511-4).
- Nepstad DC, Mcgrath DG, Soares-Filho B. Systemic conservation, REDD, and the future of the Amazon Basin. *Conservation Biology* 2011; 25(6): 1113-1116. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01784.x>. PMID:22070264.
- Nobre CD. *O futuro climático da Amazônia*. Cuiabá: Articulação Regional Amazônica; 2014. Relatório de Avaliação Científica.
- Oliveira MVT. Artificial regeneration in gaps and skidding trails after mechanized forest exploitation in Acre, Brazil. *Forest Ecology and Management* 2000; 127(1-3): 67-76. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00117-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00117-6).
- Ortiz EG. Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*). In: Shanley P, Pierce AR, Laird SA, Guillen A, editores. *Tapping the green market: certification and management of non-timber forest products*. London: Earthscan Publications; 2002.
- Paiva PM, Guedes MC, Funi C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. *Forest Ecology and Management* 2011; 261(3): 508-514. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.001>.
- Peña-Claros M, Boot RGA, Dorado-Lora J, Zonta A. Enrichment planning of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. *Forest Ecology and Management* 2002; 161(1-3): 159-168. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00491-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00491-1).
- Peres CA, Baider C. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazil-nut trees (*Bertholletia excelsa*) in southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 1997; 13(04): 595-616. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467400010749>.
- Peres CA, Baider C, Zuidema PA, Wadt LHO, Kainer KA, Gomes-Silva DAP et al. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science* 2003; 302(5653): 2112-2114. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1091698>. PMID:14684819.
- Phillips OL, Aragão LEOC, Lewis SL, Fisher JB, Lloyd L, Lopez-González G et al. Drought Sensitivity of the Amazon Rainforest. *Science* 2009; 323(5919): 1344-1347. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1164033>. PMID:19265020.
- Phillips OL, van der Heijden GV, Lewis SL, Lopez-González G, Aragão LEOC, Lloyd L et al. Drought-mortality relationships for tropical forests. *The New Phytologist* 2010; 187(3): 631-646. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03359.x>. PMID:20659252.
- Salomão RP. Densidade, estrutura e distribuição espacial da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais* 2009; 4(1): 11-25.
- Salomão RP. Estrutura e densidade de *Bertholletia excelsa* H. and B. ('castanha') nas regiões de Carajás, e Marabá, Estado do Para. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Botânica* 1991; 7: 47-68.
- Santos AM, Mitja D. Pastagens arborizadas no projeto de assentamento benfica, município de Itupiranga, Pará, Brasil. *Revista Arvore* 2010; 35(4): 919-930. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622011000500017>.

- Scoles R, Gribel R. Population structure of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) stands in two areas with different occupation histories in the Brazilian Amazon. *Human Ecology* 2011; 39(4): 455-464. <http://dx.doi.org/10.1007/s10745-011-9412-0>.
- 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* 2012; 265: 71-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.027>.
- Scoles R, Klein GN, Gribel R. Crescimento e sobrevivência de castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) plantada em diferentes condições de luminosidade após seis anos de plantio na região do Rio Trombetas, Oriximiná, Pará. *Boletim Museu Emílio Goeldi: Ciências Naturais* 2014; 9(2): 321-336.
- Scoles R, Klein GN, Gribel R. Crescimento e sobrevivência de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (castanheira) em diferentes condições ambientais na região do rio Trombetas, Oriximiná, Pará. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais* 2011; 6(3): 273-293.
- Soares-Filho BS, Moutinho P, Nepstad DC, Anderson A, Rodrigues H, Garcia R et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 2010; 107(24): 10821-10826. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0913048107>. PMID:20505122.
- Soares-Filho BS, Nepstad DC, Curran LM, Cerqueira GC, Garcia RA, Ramos CA et al. Modelling conservation in the Amazon basin. *Nature* 2006; 440(7083): 520-523. <http://dx.doi.org/10.1038/nature04389>. PMID:16554817.
- Tonini H, Arco-verde MF, Sá SPP. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima: andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). *Acta Amazonica* 2005; 35(3): 353-362. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000300008>.
- Tuck Haugaasen JMT, Haugaasen T, Peres CA, Gribel R, Wegge P. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian Forest. *Journal of Tropical Ecology* 2010; 26(03): 251-262. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467410000027>.
- Tuck Haugaasen JMT, Haugaasen T, Peres CA, Gribel R, Wegge P. Fruit removal and natural seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in Central Amazonia, Brazil. *Biotropica* 2012; 44(2): 205-210. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00796.x>.
- Veiga JB, Alves CP, Marques LCT, Veiga DF. *Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental*. Belém: EMBRAPA Amazônia Oriental; 2000. Documento n. 56.
- Vieira AH, Locatelli M, Souza VF. *Crescimento de castanha-do-brasil em dois sistemas de cultivo em solo de baixa fertilidade*. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF; 1998. Boletim de pesquisa n. 22.
- Wadt LHO, Kainer KA, Gomes-Silva DAP. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management* 2005; 211(3): 371-384. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.061>.
- Yared JAG, Kanashiro M, Viana LM, Castro TCA, Pantoja JR. Comportamento silvicultural de castanheira (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em diversos locais da Amazônia. In: *Anais do I Congresso Florestal Panamericano; VII Congresso Florestal Brasileiro*; 1993; Curitiba. Curitiba: Congresso Florestal Brasileiro; 1993. p. 416-418.
- Zuidema PA, Boot RGA. 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* 2002; 18(01): 1-31. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467402002018>.