

Capítulo 11

Serviços ecossistêmicos da floresta com castanheiras e serviços ambientais prestados pelos agroextrativistas – manejadores e guardiões da floresta em pé

Marcelino Carneiro Guedes; Patrícia da Costa; Carolina Volkmer de Castilho; Richardson Ferreira Frazão; Sérgio G. Milheiras; Walter Paixão de Sousa

Introdução

A castanheira-da-amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) nasce em matas de terra firme de toda a PanAmazônia, região que engloba países como Brasil, Guiana, Guiana Francesa, Suriname, Colômbia, Bolívia, Peru e Venezuela (Müller et al., 1980; Moritz 1984; Mori; Prance, 1990). Apesar de raros, também há registros de castanheiras em várzeas e áreas periodicamente alagadas, conforme constatado pelos autores na região da foz do Rio Xingu (Gurupá/PA) e na comunidade Nova Aramanduba (Almeirim/PA). Mesmo na várzea, essas castanheiras continuam produtivas, e a coleta da castanha-da-amazônia é realizada pelos moradores.

Na Amazônia brasileira, o extrativismo dessa castanha representa a segurança socioeconômica de milhares de famílias agroextrativistas, tanto de populações tradicionais e indígenas da Amazônia, quanto de produtores rurais migrantes de outras regiões. A coleta das castanhas encontradas em seus frutos, popularmente conhecidos como ouriços, ocorre em todos os estados onde há ocorrência natural da castanheira, demonstrando a importância da espécie em toda a região.

Todavia, para que haja a coleta da castanha pelos agroextrativistas, é necessário que ocorram importantes serviços ecossistêmicos relacionados à espécie, os

quais contribuem também para a manutenção do adequado funcionamento do ecossistema. Em pelo menos dois desses serviços, na polinização das flores e na dispersão das sementes, há efetiva participação da fauna local, de modo que esses animais se tornam importantes bioindicadores da capacidade de regeneração e conservação das populações de castanheiras e do ecossistema.

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma síntese da literatura para auxiliar na valoração e na valorização de serviços ecossistêmicos, bem como em funções ambientais relacionados à cadeia de valor da castanha-da-amazônia, buscando sua integração no manejo de uso múltiplo da floresta. Com isso, pretende-se também fortalecer a ideia da conservação da Amazônia por meio de seu uso sustentável.

Inicialmente, serão delimitados alguns dos conceitos relacionados à temática dos serviços ecossistêmicos e dos serviços ambientais, buscando deixar claras as diferenças entre esses conceitos, as quais são importantes para o entendimento do contexto do capítulo. Em seguida, serão abordados os serviços ecossistêmicos e os bioindicadores relacionados às castanheiras, assim como os serviços prestados pelas comunidades florestais onde as castanheiras estão inseridas. A partir da valorização da economia ecológica da espécie e da valoração dos serviços ambientais prestados pelos agroextrativistas e suas famílias – guardiões dessas florestas –, serão também abordadas as possibilidades de compensação a eles.

Partindo da premissa de que toda a sociedade, de alguma forma, depende de serviços ecossistêmicos prestados pela floresta e precisa recompensar quem ajuda a mantê-la de pé, ao final do capítulo, são apresentadas possibilidades para valorização de serviços ambientais relacionados ao extrativismo da castanha. Buscar-se-á também trazer luz à discussão de como o pagamento pelos serviços ambientais pode vir a ser implementado, de modo que possa se tornar mais próximo da realidade das comunidades amazônicas.

Principais conceitos: serviços ecossistêmicos e serviços ambientais

Os ecossistemas geram uma gama de bens e serviços importantes para o bem-estar humano, chamados coletivamente de serviços ecossistêmicos (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Conforme definição estabelecida pela Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES, do inglês *Brazilian Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*), os serviços ecossistêmicos são

as contribuições diretas e indiretas da natureza para o bem-estar humano. Alguns exemplos dessas contribuições são os alimentos, água doce, regulação do clima, polinização, além da manutenção da biodiversidade e os benefícios não materiais, por exemplo, a contemplação da natureza (Joly et al., 2019). Esse conjunto diverso é frequentemente subdividido de acordo com o tipo de serviços prestados: de provisão, regulação, culturais e suporte (Figura 1; Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

	Serviços de Provisão	Provisão de alimentos, água, madeira, combustíveis, fibras, recursos genéticos e bioquímicos.
	Serviços de Regulação	Regulação climática, de doenças, biológica, de danos naturais, regulação e purificação da água e polinização.
	Serviços Culturais	Ecoturismo e recreação, valores espirituais e religiosos, estéticos e inspiração, educacional, senso de localização e cultural.
	Serviços de Suporte	Formação de solo, produção de oxigênio, ciclagem de nutrientes e produção primária.

Figura 1. Tipos de serviços ecossistêmicos.

Fonte: Millennium Ecosystem Assessment (2005).

Por outro lado, os serviços ambientais são geralmente compreendidos como um subconjunto de serviços ecossistêmicos gerados como externalidades positivas de atividades humanas (FAO, 2007). Esse é o entendimento presente na Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, legislação brasileira que trata da temática e define os serviços ambientais como “atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos”, cabendo a estes a contrapartida financeira, também chamada de pagamento por serviços ambientais (Brasil, 2021).

Ademais, destaca-se que, para que haja valoração e pagamento por serviços ambientais, é necessário identificar determinada função ecológica prestada

pelos ecossistemas, seguida de sua caracterização como serviço. Para essa caracterização, é essencial uma delimitação temporal e espacial, bem como a definição das relações existentes para com os beneficiários. Nesse sentido, encontra-se em fase de implementação, pelo Ministério do Meio Ambiente, o Programa Floresta+ (leia-se “Mais Floresta”), que propõe remunerar “pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, grupo familiar ou comunitário que, de forma direta ou por meio de terceiros, executam as atividades de serviços ambientais em áreas mantidas com cobertura de vegetação nativa ou sujeitas à sua recuperação” (Ministério..., 2020; Brasil, 2020). Esse programa é composto por três diferentes estratégias (1 - Florestas+Comunidades, 2 - Florestas+Conservação e 3 - Florestas+Recuperação), criadas para atender diretamente produtores e organizações de base comunitária que trabalham em prol da manutenção da floresta em pé.

Serviços ecossistêmicos prestados pelas castanheiras e florestas com castanhais

Na literatura há muitos registros de castanheiras que atingem até três metros de diâmetro, 50 metros de altura e copas com diâmetro de 20 a 35 metros. Por isso são consideradas mega-árvores da floresta (Figura 2).

Em recente expedição realizada no vale do Jari, em região próxima da divisa entre os Estados do Amapá e Pará, foram encontradas castanheiras com mais de 65 metros de altura. Grandes árvores, mesmo ocorrendo em baixa densidade, têm um papel ecológico equivalente ao seu tamanho e representam grande parte da biomassa da floresta, contribuindo significativamente para processos ecossistêmicos, como estoque de carbono, ciclo hidrológico, ciclagem de nutrientes e manutenção da biodiversidade (Pinho et al., 2020). Além disso, essas grandes árvores são verdadeiros fósseis vivos, com elevado tempo (séculos) de retenção do carbono, que guardam importantes marcas da ecologia histórica da Amazônia em seu lenho (Andrade et al., 2019). O estudo dos anéis de crescimento que ficam marcados no lenho das castanheiras pode revelar eventos históricos, como anomalias climáticas e distúrbios, que podem ter suprimido ou liberado o crescimento das castanheiras.

A castanheira foi considerada a terceira espécie arbórea que mais contribui com a biomassa da floresta amazônica e a quarta em termos de produtividade primária, embora esteja na posição 243 em termos de abundância (Fauset et al., 2015).



Fotos: Marcelino Guedes

Figura 2. Castanheira localizadas na Reserva Extrativista do Rio Cajari, sul do Amapá, Amazônia oriental brasileira, com destaque para seus grandes diâmetros (A, B) e sua imensa copa (C).

Um estudo realizado no sudoeste da Amazônia demonstrou que a castanheira é responsável por 9% do estoque de carbono acima do solo em florestas dessa região (Selaya et al., 2017). Por sua vez, estudo realizado na Amazônia Setentrional, em Roraima, verificou que, embora a castanheira represente apenas 3% do total de indivíduos, a espécie contribuiu com 40% do valor total de biomassa viva acima do solo no castanhal em estudo (Pinheiro, 2021). Por ter vida longa, seu papel ecológico perdura por séculos; datações por radiocarbono estimaram idade de 1000 anos para árvores com diâmetro de pouco mais de 100 centímetros (Vieira et al., 2005), enquanto datação por contagem de anéis de crescimento estimou entre 300-400 anos para indivíduos com diâmetro médio de 109 centímetros (Schongart et al., 2015).

O porte da castanheira adulta, cuja copa emerge das outras árvores do dossel, contribui para a complexidade vertical da floresta e proporciona micro-habitats únicos para uma variedade de formas de vida, conferindo à espécie um papel importante à

manutenção da biodiversidade – um serviço ecossistêmico de provisão. A enorme copa da castanheira, associada com bifurcações quase perpendiculares ao caule, é adequada para a construção de ninhos, serve de local de descanso para primatas e fornece substrato para grande quantidade de epífitas e hemiepífitas.

Nesse sentido, as castanheiras e a floresta a elas associadas prestam vários serviços ecossistêmicos, e a provisão de castanha-da-amazônia ocupa um lugar de destaque entre todos os serviços prestados. Sua produção ocorre em áreas de floresta nativa ao longo de toda a bacia amazônica, com destaque não só no Brasil, mas também no Peru (Quaedvlieg et al., 2014) e na Bolívia (Conkleton et al., 2012). Praticamente toda a produção é oriunda do extrativismo em florestas nativas, representando uma atividade de elevada importância socioeconômica para comunidades tradicionais da Amazônia. A castanha apresenta-se como uma das principais fontes de renda, bem como contribui para a segurança e a soberania alimentar e para a reprodução cultural das comunidades extrativistas, de modo que a atividade é repassada de geração em geração (Guariguata et al., 2017; Thomas et al., 2018).

As castanhas são consideradas como um superalimento, apresentando altas concentrações de compostos lipídicos e proteicos e altos teores de selênio e de outros elementos antioxidantes. Em especial, o selênio tem sido associado a combate do envelhecimento celular, combate aos radicais livres e proteção do cérebro contra doenças neurodegenerativas, além de ser apontado como um mineral antioxidante importante para a prevenção de alguns tipos de câncer e apresentar outras funções potenciais (Rayman, 2012). Em recente carta ao editor da revista *Science*⁸¹, pesquisadores da Sociedade Americana de Nutrição também constataram o efeito antiviral do selênio e relataram sua associação com o fortalecimento do sistema imunológico e a redução da covid-19. A taxa de pacientes recuperados dessa nefasta doença foi maior em cidades onde a concentração de selênio no cabelo dos moradores foi maior. Tais características nutracêuticas têm garantido interesse por parte de consumidores de castanha em diferentes partes do mundo.

A castanheira proporciona energia à teia alimentar de diversos animais que com ela interagem, como as abelhas que polinizam suas flores, desempenhando função-chave ao facilitar a perpetuação de várias espécies (Frazão; Silveira, 2004; Frazão,

⁸¹ Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/111/6/1297/5826147>, acessada em: 31 de março de 2021.

2013; Villas-Boas, 2018). A castanheira é polinizada de maneira especializada por abelhas solitárias de grande porte, robustas e de língua longa, conhecidas popularmente como mamangavas, pertencentes a mais de 11 gêneros da família Apidae, com destaque para *Bombus* (Bombini), *Centris* e *Epicharis* (Centridini), *Eulaema* (Euglossini) e *Xylocopa* (Xylocopini) (Mori et al., 1978; Müller et al., 1980; Nelson et al., 1985; Maués, 2002).

Essas espécies de grandes abelhas, com estrutura corporal e peso relativo maior, conseguem levantar a estrutura denominada lígula para adentrar na flor e realizar a polinização (Moritz, 1984; Santos; Absy, 2010). A abertura das flores ocorre, normalmente, durante o período de menor precipitação. Além das grandes abelhas envolvidas diretamente na polinização, ainda há as abelhas nativas sem ferrão que vivem na floresta, nidificam nas castanheiras e que podem ser manejadas para meliponicultura. Apesar de não serem capazes de realizar a polinização, as melíponas sem ferrão visitam as flores das castanheiras e carregam seu pólen, que pode ser encontrado nas caixas onde é realizada a meliponicultura.

Na Amazônia brasileira, há elevada biodiversidade de abelhas sociais e sem ferrão da tribo Meliponini: Hymenoptera (Silveira et al., 2002; Camargo; Pedro, 2007), as quais representam o maior grupo de visitantes e polinizadores em florestas tropicais. Essa biodiversidade é de, aproximadamente, 418 espécies descritas na região neotropical (Camargo; Pedro, 2007; Moure et al., 2007). No caso da Resex Cajari, região sul do Amapá onde ocorrem vastos castanhais, foram registradas mais de 70 espécies de abelhas sem ferrão e detectadas quatro espécies produtoras de mel em nível comercial, além de espécies novas (Melo, 2003, 2006; Marchi; Melo, 2006). Isso caracteriza a floresta com castanheiras como uma área de elevada biodiversidade desse grupo de abelhas na Amazônia (Melo, 2006; Gabriel Melo, informação pessoal para Richardson Frazão em 2018), essenciais para a polinização de outras espécies e a manutenção da biodiversidade. Com isso, é possível evitar perdas dos polinizadores globais, problema esse que tem chamado a atenção da FAO pelo prejuízo direto causado na produção de frutos das plantas de interesse agrônômico, importantes para a alimentação humana.

Além de interações com abelhas e outros insetos, outras categorias de fauna também são beneficiadas pelas castanheiras. A oferta de castanhas garante alimento para animais como os mamíferos roedores, com destaque para as cutias, que são dispersores das sementes (Peres, 1999) e também apresentam possibilidades de manejo e criação (Ribeiro; Zamora, 2008). Outros animais também se alimentam

das castanhas e são considerados predadores ou dispersores ocasionais, como macacos-pregos (*Cebus apella*), macacos-cairaras (*Cebus albifrons*), araras (*Ara* sp.), pica-paus (*Campephilis* sp.), paca (*Agouti paca*) ou outros roedores menores, por exemplo, cutiaras (*Mioprocta* sp.), quatipurus (*Sciurus* sp.), dentre outros (Peres; Baidier, 1997; Haugaasen et al., 2010, 2012). Apenas os animais roedores são considerados efetivos dispersores das sementes, pois conseguem abrir o fruto (ouriço), a partir do opérculo, para dele retirar as castanhas. Alguns desses animais, como as cutias, têm o hábito de enterrar as castanhas restantes após se alimentarem, tornando-se assim verdadeiros plantadores de castanheiras.

Após a dispersão ou a coleta das sementes, os ouriços da castanheira-da-amazônia geralmente são deixados sob o solo da floresta e acabam por acumular água da chuva. O sapo ponta-de-flexa, *Adelphobates castaneoticus* (Caldwell; Myers, 1990) (Anura: Dendrobatidae), também chamado de rã-da-castanha, usa os ouriços para o desenvolvimento de seus girinos. As fêmeas geralmente depositam de 1 a 6 ovos diretamente sobre o chão da floresta; esses ovos são cuidados pelos machos, que posteriormente levam os girinos um a um em suas costas para “piscinas”, especialmente aquelas formadas pelo acúmulo de água no interior dos ouriços das castanhas (Caldwell; Myers, 1990). Embora a rã-da-castanha esteja incluída na listagem da IUCN com o status de menor preocupação (“least concern”) (Rodrigues; Azevedo-Ramos, 2001), alguns autores consideram que os dados disponíveis sobre ocorrência e distribuição geográfica da espécie são escassos e insuficientes (Camera; Krinski, 2014; Pinto, 2016). Assim, embora a IUCN considere que a população da espécie se encontra estável (Rodrigues; Azevedo-Ramos, 2001), sua conservação depende da manutenção da atividade extrativista e do bom estado das florestas com ocorrência de castanheiras-da-amazônia.

Essas florestas contribuem também para a conservação da diversidade biológica de outros grupos-chave (borboletas e besouros) também referidos como indicadores biológicos (Milheiras et al., 2020). Segundo esses autores, as florestas com castanheiras, onde há coleta regular de castanha, mantêm a diversidade sem extração e uso antrópico recente. Como exemplo, relataram a ocorrência de 50 espécies de borboletas e 37 espécies de besouros em castanhais explorados no sul do Amapá, diversidade essa equivalente àquela das áreas com floresta sem extração de castanha; essa afirmação também é válida para outras espécies arbóreas.

No que tange à diversidade de outras espécies de plantas associadas aos castanhais, Milheiras et al. (2020) descreveram a ocorrência de 39 famílias

botânicas com 156 espécies, em uma área total amostrada de 2,4 hectares, com DAP de inclusão de 10 centímetros. Por sua vez, um inventário realizado em um castanhal no sul de Roraima, utilizando o mesmo critério de inclusão, indicou a ocorrência de 53 famílias botânicas e 243 morfoespécies (150 identificadas em nível de espécies e 93 morfotipos) em 8 subparcelas de 1 hectare. Nessa área, foram identificadas 10 espécies consideradas domesticadas *sensu* Levis et al. (2018), compondo 20% do total de indivíduos presentes nas subparcelas; destas, cinco espécies são palmeiras, importante recurso-chave para diversas espécies da fauna e para os povos da floresta (Pinheiro, 2021).

As castanheiras são também elementos-chave nas florestas onde se inserem, em que os benefícios de cada árvore se multiplicam quando integrados numa maior escala, em nível da paisagem. A sua distribuição espacial segue um padrão heterogêneo, em que zonas de densidade elevada de castanheiras, comumente chamadas de castanhais, ocorrem intercaladas com zonas onde essa densidade é mais baixa. Essa paisagem florestal com as castanheiras e todas as outras espécies nela inseridas, têm uma contribuição importante em diversos processos ecológicos, entendidos como serviços ecossistêmicos de regulação e suporte.

As castanheiras adultas exercem importante participação na regulação climática local e regional. Cada castanheira pode transpirar milhares de litros de água por dia, assim como pode reter umidade no dossel, contribuindo substancialmente para a evapotranspiração da floresta. A evapotranspiração das castanheiras e de outras árvores da Amazônia é a fonte dos chamados “rios voadores”, que são massas de ar úmido que levam chuva para outras regiões do Brasil.

Quando se considera a imensa copa da castanheira, que pode chegar a mais de 30 metros de diâmetro, também se deve reconhecer seu papel na ciclagem biogeoquímica de nutrientes e na proteção do solo. A camada de material orgânico que se forma sobre o solo, chamada de serapilheira, é importante para manter a umidade no solo e minimizar a variação da temperatura em sua superfície, protegendo-os contra a erosão, a perda de nutrientes, a incidência direta da luz solar e a compactação.

Normalmente, as grandes folhas das castanheiras são anualmente renovadas durante o período do verão amazônico, com maior queda e deposição de folhas velhas, quando ocorre menor precipitação. Em trabalho realizado na região de

Santarém/PA, a maior deposição de folhas das castanheiras ocorreu no mês de setembro – aproximadamente uma tonelada por mês quando se somam todas as castanheiras presentes em um hectare (Guerreiro et al., 2017). As castanheiras fazem um rápido processo de renovação foliar, derrubando todas as folhas velhas em poucos meses. Com isso, promovem a entrada de elevada carga de material orgânico no solo, que vai passar pelo processo de decomposição, remineralizando os nutrientes e tornando-os novamente disponíveis às raízes. Em solos tropicais como os amazônicos, esse processo é considerado a principal fonte de nutrientes e especialmente importante para a manutenção da qualidade do solo e sustentabilidade dos ecossistemas e das florestas que se desenvolvem sobre solo de baixa fertilidade (Quesada-Euán et al., 2018).

A camada de folhas e outros detritos orgânicos da serapilheira que se acumula sobre o solo é o hábitat de uma elevada diversidade de organismos, garantindo sua sobrevivência e reprodução. Além de organismos como minhocas, cupins e formigas, que representam a maior parte da biomassa da fauna edáfica e dependem da serapilheira, algumas espécies de mamangavas, polinizadoras das castanheiras, também fazem aí os seus ninhos.

A diversidade da fauna nos castanhais e as grandes e majestosas castanheiras despertam interesse e curiosidade das pessoas, podendo ser atrativos para iniciativas de ecoturismo nas comunidades. Além disso, o próprio modo de vida dos castanhais tradicionais, que se identificam como tal, também é muito interessante. Na culinária, por exemplo, as famílias castanheiras utilizam o “leite” da castanha fresca para cozinhar suas fontes de proteína e para preparar uma bebida denominada “ximbereba”, que é levada para a floresta para ser consumida durante a coleta da castanha. Isso denota a importância da espécie e do produto no modo de vida dessas famílias. Assim, os castanhais apresentam também grande relevância como fornecedores de serviços ecossistêmicos culturais ao sustento e à reprodução sociocultural das comunidades agroextrativistas, incluindo as comunidades indígenas.

A castanheira figura em várias lendas e rituais espirituais de comunidades tradicionais da Amazônia, principalmente indígenas. Os índios Wari, de Rondônia, após os momentos fúnebres, queimam o sub-bosque do castanhal com ouriços da colheita anterior, para apagar as memórias do ente falecido e permitir que os “encantados” da floresta venham buscar o espírito do companheiro de tribo (Shepard

Junior; Ramirez, 2011). Os indígenas são a origem e a melhor síntese das relações culturais homem/natureza, detendo elevado conhecimento sobre as interações que ocorrem na floresta e a importância em mantê-las para a conservação do ambiente. Algumas etnias de povos indígenas, como os Kayapó, reconhecem a importância das abelhas para a conservação e a produção de castanha, dominando as práticas para sua criação, assim como a classificação e o manejo das espécies (Camargo; Posey, 1990).

Estima-se que o valor da produção de castanha obtida do extrativismo no Brasil gire em torno de R\$ 130 milhões por ano, com uma produção de, aproximadamente, 33 mil toneladas para o ano de 2019 (IBGE, 2020). Entretanto, esse valor pode estar subestimado, conforme constatado em monitoramento e pesquisas realizadas no âmbito da rede Kamukaia, em vários estados da Amazônia. Provavelmente, a comercialização da castanha coletada na Amazônia brasileira deve movimentar um valor muito maior e uma quantidade de castanha com casca que pode chegar a 300.000 toneladas em anos de boa produção, com base apenas nas projeções realizadas em função da ocorrência da espécie em áreas protegidas na Amazônia (Guedes, 2020). Esse mercado é historicamente associado à exportação para cerca de 75 diferentes países que têm importado essa commodity. No entanto, o mercado interno para a castanha tem crescido nos últimos anos e está se tornando o principal consumidor desse produto (Sousa, 2018).

Os resultados dos trabalhos apresentados reforçam a importância econômica, social e ambiental da produção da castanha, e a manutenção dessa cadeia e a valorização do produto contribuem também para a valoração do custo de oportunidade de ter milhões de hectares de florestas com essa espécie. A atividade extrativista e a provisão de castanhas garantem também a prestação de outros serviços ecossistêmicos, como a manutenção da diversidade biológica (provisão de recursos genéticos e bioquímicos) e a conservação do solo e da água, além de serviços culturais, de regulação climática e biológica da fauna e serviços de suporte, por exemplo, ciclagem de nutrientes e produção primária.

Assim, é possível comprovar que as áreas onde existem castanheiras representam florestas de elevado valor para a bioeconomia, para a manutenção sociocultural dos castanheiros e para a estabilidade ecológica do ecossistema. Dessa forma, é preciso reconhecer a importância do agroextrativismo e dos serviços ambientais prestados pelas famílias castanheiras para a manutenção dessa valorosa floresta.

Serviços ambientais prestados pelos agroextrativistas – guardiões da floresta

O agroextrativismo da castanha e o uso sustentável da floresta são estratégias de conservação da Amazônia, que vêm cada vez mais sendo reconhecidos como os mecanismos mais eficientes para combater o desmatamento na região. O próprio modo de vida agroextrativista, com sua agricultura itinerante integrada à floresta e relação sinérgica com a urgente e necessária renovação dos castanhais, também pode ser entendido como importante serviço ambiental.

A regeneração das castanheiras e a formação de novos castanhais são fundamentais para a sustentabilidade da própria atividade extrativista e a manutenção da produção das amêndoas. Estudos desenvolvidos na Resex Cajari (Paiva et al., 2011; Guedes et al., 2014), assim como em outros locais da Amazônia (Kainer et al., 2007; Scoles, 2011; Scoles; Gribble, 2021), têm comprovado que a regeneração e o crescimento de castanheiras são maiores em áreas de cultivo e capoeiras abandonadas na agricultura itinerante do que dentro da própria floresta.

As pequenas clareiras abertas pela agricultura itinerante favorecem o processo de colonização das castanheiras e a formação natural de novos castanhais, após abertura e pousio das áreas. Aqui, é preciso resguardar a necessidade de tempos de pousio adequados para recuperação da biomassa e do carbono emitido durante a abertura das áreas, assim como o uso adequado e controlado do fogo, limitado à área que necessita ser preparada para plantio. Com essas salvaguardas, o modo de vida agroextrativista, principalmente quando associado com tecnologias socioprodutivas de manejo integrado, como o “Castanha na Roça” (Guedes et al., 2014), pode ser considerado um serviço ambiental que contribui para a formação dos castanhais e a manutenção da floresta.

A implementação da própria agricultura itinerante, as atividades socioculturais e outras intervenções antrópicas nas áreas de ocorrência natural da castanha podem ter facilitado sua distribuição ao longo da Amazônia, trazendo evidências em prol da hipótese da origem antrópica involuntária dos castanhais (Shepard Junior; Ramirez, 2011). Essa abordagem histórica e cultural de intervenção na floresta, utilizada há milênios por muitas gerações, mantém o cultivo da castanheira na região e contribui também para a seleção natural de espécies e para o aumento da abundância e dominância de espécies úteis (Magalhães, 2007; Levis et al., 2018). Durante muito tempo os antigos povos amazônicos modificaram a estrutura da

paisagem florestal e “domesticaram” pelo menos 85 espécies florestais de árvores e palmeiras. Os indígenas praticavam várias técnicas para seleção e aumento da abundância das espécies de interesse, como remoção de plantas não úteis, proteção de plantas úteis, atração de dispersores, transporte humano, seleção fenotípica, uso controlado do fogo, plantio, melhoramento do solo (Levis et al., 2018). Ainda não há consenso se essas práticas foram decisivas para gerar a atual hiperdominância dessas espécies úteis ou se as populações pré-colombianas começaram a utilizar essas espécies justamente pelo fato de serem abundantes.

A castanheira-da-amazônia é uma dessas espécies hiperdominantes (Levis et al., 2017) que ocorre em toda a região da PanAmazônia. Segundo modelagem recentemente realizada, há possibilidade de distribuição da espécie em 32% do bioma, com ocupação de 2,3 milhões de km² (Tourne et al., 2019). A castanheira é uma espécie que precisa de luminosidade e, portanto, de distúrbios e clareiras grandes para se estabelecer (Myers et al., 2000), além de possuir elevada capacidade de rebrota após corte e queima (Paiva; Guedes, 2010). Essas condições, propiciadas pela agricultura itinerante, praticada da mesma forma há séculos na Amazônia, evidenciam que o modo de vida agroextrativista dos castanheiros, caboclos e indígenas da Amazônia contribuíram e continuam contribuindo para o estabelecimento e a dominância da espécie.

Outro importante papel prestado pelos agroextrativistas está relacionado à participação dos castanheiros na criação e na gestão de UCs de uso sustentável, como as reservas extrativistas. Apenas no Amapá, os castanheiros ajudaram a criar um mosaico de UCs de uso sustentável, com, aproximadamente, 2 milhões de hectares de florestas protegidas, onde um contingente de agroextrativistas atua na atividade de coleta e comercialização da castanha-da-amazônia. Esses agroextrativistas estão distribuídos geograficamente no projeto de Assentamento Extrativista do Rio Maracá (PAE Maracá), com 569.280 hectares; na Reserva Extrativista do Rio Cajari (Resex Cajari), com 501.771 hectares; e na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Iratapuru (RDS Iratapuru), com uma área de 806.184 hectares. Essas áreas de extração da castanha envolvem pelo menos 4 mil famílias, que se beneficiam de sua cadeia de valor. Na Amazônia, as UCs e as áreas indígenas com ocorrência de castanheiras e extrativismo da castanha totalizam dezenas de milhões de hectares. Considerando as bases levantadas em 2019, foram registradas 74 UCs e 50 terras indígenas comprovadamente com ocorrência de castanheiras (Figura 3).

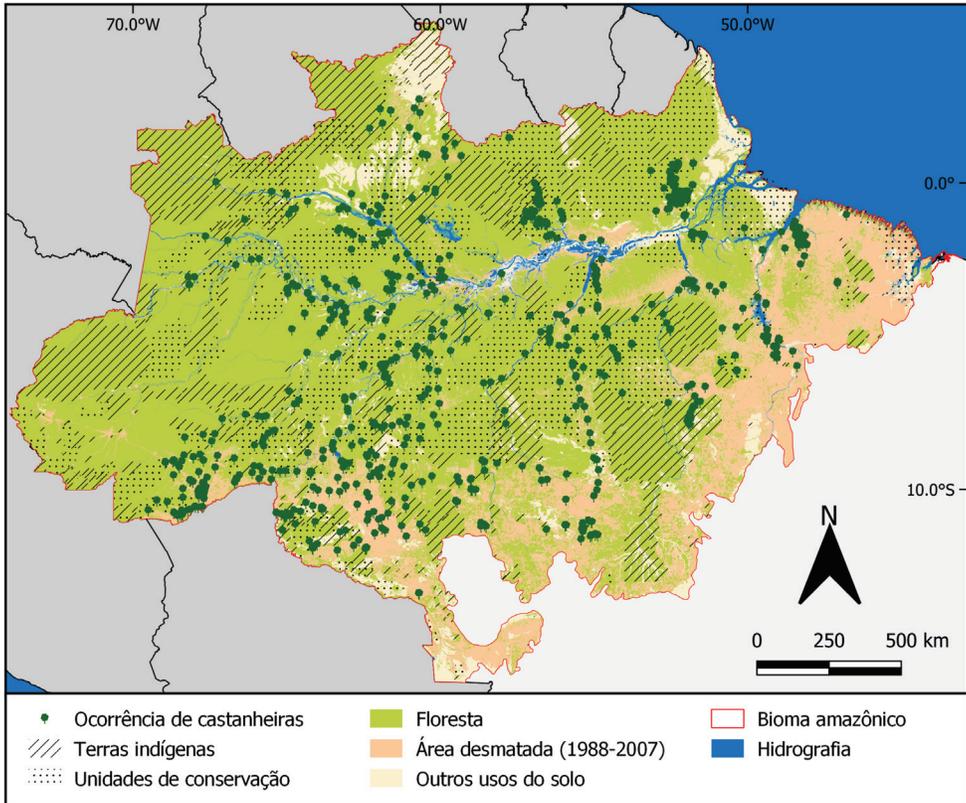


Figura 3. Mapa com as áreas protegidas, incluindo terras indígenas e unidades de conservação na Amazônia (Assis et al., 2019 - Terra Brasilis), sobreposto com pontos de ocorrência natural de castanheiras (Tourne et al., 2019) no bioma da Amazônia brasileira.

A presença das castanheiras nessas áreas protegidas pode ter sido um elemento importante para o processo de sua criação. Em alguns casos isso é bem notório, mas em outros há que se considerar também a importância de outras espécies, como a seringueira, cujas estradas de coleta foram decisivas na demarcação. Também há outros fatores, como o reconhecimento do território de uso e ocupação, principalmente no caso das terras indígenas, que devem ser considerados. Independentemente se a demarcação das áreas protegidas foi motivada ou não pela ocorrência de castanheiras, o fato é que a existência da espécie em grande quantidade nessas áreas agrega muito à proteção e à conservação florestal da Amazônia. Apesar de algumas unidades de conservação e terras indígenas, assim como a própria castanha, estarem sendo pressionadas pelo desmatamento,

principalmente nesses sombrios dois últimos anos, a criação e a demarcação de áreas protegidas foram e continuam sendo decisivas para evitar a degradação da Amazônia.

Em contraponto à importância da demarcação de áreas protegidas para conservação da floresta amazônica, foi constatado em recente trabalho na Amazônia brasileira que regimes públicos de posse da terra mal definidos causaram aumento do desmatamento (Pacheco; Meyer, 2021). A falta de definição da questão fundiária em áreas devolutas, em relação a qualquer regime alternativo de posse e destinação da terra, na maioria dos contextos, contribuirá para a degradação da floresta. Assim, a demarcação e a destinação de áreas protegidas funcionam como um escudo para evitar a invasão de terras devolutas sem definição do regime fundiário de posse, normalmente associado ao aumento no desflorestamento.

Valores de referência de possíveis indicadores ecológicos de serviços ecossistêmicos nos castanhais

Aqui, é importante mencionar que existem indicadores qualitativos e quantitativos e que o reconhecimento dos indicadores ecológicos só é possível com extensa pesquisa científica. Nesses exemplos colocados abaixo pelos autores, é possível observar que é de 2002 a literatura mais antiga e que a maioria são estudos recentes. Isso mostra que estamos no início do reconhecimento dessa política de valorização e valoração dos serviços ecossistêmicos e ambientais.

A seguir são apresentados alguns possíveis indicadores e valores de referências sobre serviços ecossistêmicos relacionados às castanheiras e às florestas a elas associadas, com o intuito de subsidiar métodos de valoração e quantificação. Esses valores também são importantes para fins de monitoramento das variações temporais na dinâmica ecológica da espécie e de possíveis perdas ou ganhos em termos de fornecimento de serviços ecossistêmicos.

- Dependência de 95% da polinização cruzada (Giannini et al., 2015).
- 29 espécies de abelhas Apidae associadas às flores da castanheira na Amazônia (Maués, 2002; Santos; Absy, 2010; Cavalcante et al., 2012; Maués et al., 2018).
- 70 espécies de abelhas sem ferrão associadas às florestas com castanhais na Resex Cajari (Melo, 2006).

- 4 espécies de abelhas sociais produtoras de mel presentes em florestas com castanhais na Resex Cajari (Frazão, R. comunicação pessoal).
- 50 espécies de borboletas (Milheiras et al., 2020).
- 37 espécies de besouros (Milheiras et al., 2020).
- 39 famílias botânicas com 156 espécies arbóreas (DAP > 10 cm) em 2,4 hectares no Amapá (Milheiras et al., 2020).
- 53 famílias botânicas com 243 morfoespécies (150 identificadas em nível de espécies e 93 morfotipos) (DAP > 10 cm) em 8 hectares em Roraima (Pinheiro, 2021).
- 45 famílias com 190 espécies arbóreas (DAP > 10 cm) em 3,2 hectares em castanhais no Amazonas (capítulo 5 do Volume 3).
- A castanheira é a terceira espécie arbórea com maior estoque de carbono na Amazônia (Fauset et al., 2015).
- As castanheiras detêm 9% do estoque de carbono acima do solo em florestas da região sudoeste da Amazônia (Selaya et al., 2017).
- Volume de 436,44 m³ nos troncos de 24 castanheiras (DAP de 81,1 a 144,1 centímetros), média de 18,19 m³ ± 2,40 e, aproximadamente, 6 toneladas de carbono por tronco (Sarmiento, 2015).
- Deposição de 1 t ha⁻¹ mês⁻¹ de folhas das castanheiras, no pico da queda – setembro (Quezia et al., 2017).
- Espécie da floresta cultural historicamente manejada pelos indígenas (Levis et al., 2017), com possibilidade de ocupação de 32% do bioma - 2,3 milhões de km² (Tourne et al., 2019).
- Ocorrência da espécie confirmada em 124 áreas protegidas da Amazônia (levantamento realizado neste capítulo).

Os estudos de indicadores, principalmente, aqueles que já apresentam algum resultado de valoração econômica, ainda são escassos para a maioria da fauna e flora amazônica. Assim, neste tópico final, serão abordados alguns indicadores e atividades que podem ser destacados, além de algumas estratégias que podem ser utilizadas para definir a compensação e calcular o pagamento pelos serviços ambientais de alguma forma relacionados ao agroextrativismo da castanha.

Valoração e valorização de serviços ambientais na cadeia de valor da castanha

A bioeconomia é um campo do conhecimento que busca a definição do valor e o preço dos produtos e serviços da natureza, visando ao desenvolvimento de soluções sustentáveis a partir do uso de recursos biológicos renováveis. Sabe-se que essa não é uma tarefa fácil e destinada a poucos, tendo em vista a complexidade dos ecossistemas e o recente estabelecimento da visão de que a produção de bens e serviços é fundamental para a conservação das florestas. Os estudos sobre a economia da natureza foram fortalecidos com base no surgimento das possibilidades de pagamento pelos serviços ambientais. Isso avançou principalmente por meio de grandes acordos globais, como o Protocolo de Quioto, que estabeleceu o mercado de carbono a partir de um acordo ambiental fechado durante a 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Kyoto, Japão, em 1997. Esse foi o primeiro tratado internacional para controle da emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

No entanto, o Protocolo de Quioto foi estabelecido com base no entendimento do serviço ambiental de sequestro de carbono como uma grande *commodity* internacional, seguindo o modelo econômico neoliberal de pagamento em bolsas de valores, muito distante da realidade das comunidades amazônicas. Além disso, esse mercado não remunera o desmatamento evitado e a conservação das florestas; isso fez com que surgissem outras iniciativas bilaterais, como as que originaram a criação do Fundo Amazônia e aquelas incluídas no Acordo de Paris, que reconheceram e criaram recompensas para o desmatamento e a degradação florestal evitados (REDD+) por meio da manutenção da floresta em pé.

A provisão de serviços ecossistêmicos pelas florestas brasileiras já trouxe benefícios ao país, por exemplo, mediante a criação do Fundo Amazônia. Outras iniciativas internacionais também procuram fortalecer o mercado de serviços ambientais com políticas voltadas para redução da emissão de gases de efeito estufa a partir do REDD+. A presença de um produto com mercado internacional estabelecido (a castanha) e outro com mercado internacional emergente (de pagamento pelos serviços ambientais) permite diminuir os custos de oportunidade de manter de pé a floresta rica em castanheiras. Uma das práticas reconhecidas no REDD+ é o manejo florestal sustentável de recursos madeireiros e não madeireiros (vegetais e animais), incluindo nele também a potencialização dos serviços ambientais.

O manejo florestal eficiente dessas áreas com castanheiras pode potencialmente aumentar a sua multifuncionalidade de forma sustentável e em longo prazo, reduzindo ainda mais o custo de oportunidade da floresta em pé. Isso pode ocorrer por meio da integração de meios adicionais geradores de renda ou subsistência para as comunidades locais. Aqui é incluída a extração de outros frutos amazônicos, como andiroba, açaí, bacaba, tucumã, entre outros tantos, bem como a produção de mel e de produtos medicinais, a caça controlada ou a própria extração sustentável de madeira.

A produção de mel com espécies nativas sem ferrão em florestas com castanheiras é um serviço ambiental que merece destaque, na medida em que, além de fornecer provisão de um saudável alimento às famílias, também é essencial para polinização, regulação biológica e manutenção da biodiversidade. Apesar de a literatura não citar a oportunidade de relacionar diretamente as abelhas que polinizam as castanheiras com a prática da meliponicultura (criação das abelhas sem ferrão), pois as principais espécies de abelhas reconhecidas como polinizadoras das flores da castanheira são solitárias e não produzem mel, existem outras espécies que ocorrem nos castanhais e permitem tais práticas. A agregação de valor a esses serviços é importante no contexto de salvaguardas globais com polinizadores, por serem indicadores-chave na produção de alimento, no fluxo genético e na restauração de ecossistemas (Eardley et al., 2006; Imperatriz-Fonseca; Joly, 2017; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017).

As abelhas *M. compressipes*, *M. lateralis*, *M. paraensis* e a *M. fulva* são espécies naturais nas áreas de castanhais e manejadas por comunidades da região para produção de mel (Frazão, 2013). Esse autor aponta a oportunidade de medir o carbono fixado via desmatamento evitado com a meliponicultura na Amazônia, ao atribuir uma correlação carbono/mel pelo número de colmeias de abelhas sob manejo para cada hectare. Foi estimada a equivalência de 40 quilos de carbono fixado por colmeia, considerando o estoque de 100 toneladas de carbono por hectare de floresta amazônica (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2011) e 2.500 colmeias (Frazão, 2013) por hectare. Considerando produção mínima de 2,5 quilos de mel por colmeia, chega-se a um valor bastante conservador de 16 quilos de carbono por cada 1 quilo de mel produzido em florestas tropicais manejadas com a meliponicultura.

Por outro lado, nas florestas tropicais da Amazônia, pesquisas abordando as relações ecológicas sobre as plantas que interagem com abelhas Meliponini

são mais frequentes para estudos do pólen (Absy; Kerr, 1977; Absy et al., 1980, 1984; Kerr et al., 1987; Marques-Souza, 1996; Rech; Absy, 2011a, 2011b). Assim, considerando a frequência e o uso do pólen de castanheira por espécies de abelhas potenciais na meliponicultura, é importante evidenciarmos a possibilidade de valorização de produtos diferenciados, como o pólen de castanheiras, utilizado pelas abelhas em suas colmeias.

Nesse contexto, importa ainda referir o papel de destaque que as castanheiras e as florestas com castanhais desempenham nas áreas protegidas e de conservação da natureza. Ao estarem presentes em áreas protegidas, criadas pelo reconhecimento do modo de vida das comunidades extrativistas que coletam castanha, as castanheiras têm efeito análogo ao de um guarda-chuva, ajudando a proteger todas as outras espécies que compartilham o mesmo espaço. Esse guarda-chuva está nas mãos de verdadeiros protetores da floresta em pé, que dela cuidam para que possa manter seus serviços ecossistêmicos e necessitam ser recompensados por isso.

As possibilidades de compensação, não necessariamente remuneratória, podem ser também viabilizadas por meio de iniciativas que priorizem o bem-estar da comunidade, como investimentos em infraestrutura (energia, comunicação, transporte, saneamento...) e beneficiamento dos produtos da floresta. Essas possibilidades, assim como o pagamento direto pela prestação dos serviços ambientais, podem ser avaliadas em função das políticas públicas e na perspectiva do mercado privado. Há muito tempo tem-se discutido no âmbito governamental o pagamento pelos serviços ambientais, mas apenas recentemente foi aprovado um marco regulatório específico (Brasil, 2020). Isso nos mostra que esse caminho via política pública pode não ser suficiente, ou ser muito demorado, perante a urgência em gerar mecanismos eficientes para inserir os serviços ambientais no efetivo combate ao desmatamento na Amazônia.

Por outro lado, cada vez mais empresas estão incluindo as compensações socioambientais e o *marketing* verde em suas diretrizes corporativas, gerando possibilidades de pagamento pelos serviços ambientais, aliados a uma estratégia mercadológica. O fortalecimento da economia florestal e do mercado de produtos da Amazônia é essencial para tornar o manejo florestal economicamente competitivo com outras atividades que dependem do desmatamento e para viabilizar a manutenção da floresta em pé. Nesse sentido, vale a pena destacar os mercados curtos, que aproximam produtores, beneficiadores e consumidores finais.

Os incentivos à transformação e à comercialização dos produtos na própria região, trazendo para instalação nas proximidades dos locais de produção as empresas compromissadas com as comunidades amazônicas e com o mercado justo e solidário, são importantes para maior fidelização e incorporação das externalidades positivas da prática extrativista aos ganhos da família. Isso é essencial para viabilizar estratégia privada de compensação às famílias castanheiras, ponderada pela capacidade de cada família em fornecer a provisão de castanha manejada e com qualidade e de manter ou melhorar os serviços ecossistêmicos da floresta.

Em qualquer perspectiva, necessita-se buscar a valorização dos produtos e serviços da floresta, assim como fomentar atividades que com isso contribuam para as regiões de ocorrência dos castanhais, como o manejo florestal, o agroextrativismo, o plantio e cultivo de castanheiras, e a meliponicultura. Na busca pela agregação e otimização das iniciativas, a capacidade da floresta de manter ou melhorar os serviços ecossistêmicos deve ser o fator direcionador das múltiplas possibilidades de interações. As possibilidades de agregação dos serviços ecossistêmicos para a valorização e a sustentabilidade da produção extrativista conjunta – madeireira mais castanha – nos territórios da cidadania Sul do Amapá/AP e do Baixo Amazonas paraense/PA, nas três últimas décadas, foram analisadas por Sousa (2018).

Esse autor relata que a análise dos drives de pressão envolvidos no extrativismo madeireiro e da castanha, e de dados da convivência espaço-tempo não depreciativa dessas duas modalidades de extrativismo, evidenciou interesses opostos em relação aos serviços ecossistêmicos de provisão de matérias-primas (madeira e castanha) nesses territórios, embora o estado do meio biofísico pouco se tenha alterado com o desenvolvimento das duas trajetórias extrativistas. Nesse caso, uma paisagem territorial de floresta nativa ainda seria dominante, decorrente, principalmente, da manutenção do mosaico de unidades de conservação da natureza, de terras indígenas (TI) e de populações tradicionais.

No entanto, respostas de políticas públicas, como aquelas pressupostas para os territórios da cidadania, territórios esses delimitados em função de suas especificidades geográficas e socioculturais como estratégia para planejamento de ações de desenvolvimento regional sustentável, são insuficientes para a convivência dessas trajetórias extrativistas. Os resultados indicam que um longo caminho ainda precisa ser percorrido para que os serviços ecossistêmicos possam ser utilizados como ferramenta capaz de garantir a convivência harmônica dessas trajetórias extrativistas na Amazônia brasileira. Outro trabalho que avaliou, na

Bolívia, as interações entre o manejo madeireiro e o extrativismo da castanha concluiu que os serviços ecossistêmicos e o manejo florestal de uso múltiplo podem ser incrementados com maior organização social dos castanheiros, poder de decisão e participação no monitoramento da extração madeireira em suas áreas (Conkleton et al., 2012).

Considerações finais

O pagamento, ou a compensação por serviços ambientais aos protetores das florestas tropicais amazônicas, especialmente as comunidades extrativistas de castanha-da-amazônia, é uma via assertiva para auxiliar no desenvolvimento sustentável e no combate ao desmatamento na Amazônia. Seja a partir de políticas públicas, seja de iniciativas privadas que envolvam tanto aspectos ambientais, ecológicos e socioprodutivos, é possível valorizar a floresta em pé, agregando a compensação pela manutenção e as melhorias dos serviços ecossistêmicos ao manejo florestal e à conservação da floresta pelo seu uso sustentável.

A valoração de serviços e produtos integrados à conservação de grandes áreas de florestas tropicais deve apoiar arranjos simples de produção, com tecnologias mais aplicáveis à realidade das comunidades amazônicas e à inclusão socioeconômica por meio de produtos da sociobiodiversidade. As tecnologias sociais, de baixo custo e fácil replicação, já desenvolvidas, como a meliponicultura de abelhas sem ferrão, representam oportunidade de valoração de produtos diferenciados, como pólen de castanheiras, em perspectiva de implementação de projetos integradores entre espécies da agrobiodiversidade amazônica.

As interações positivas entre várias espécies da fauna e flora com a castanheira e o modo de vida agroextrativista dos castanheiros reforçam a estratégia de aliar as compensações pelos serviços ambientais à conservação pelo uso. Um bom exemplo disso é a comprovação da importância da agricultura itinerante para a renovação e a expansão dos castanhais, para a manutenção da viabilidade das populações de castanheiras e, conseqüentemente, dos seus serviços ecossistêmicos.

A castanheira é a espécie símbolo da conservação da Amazônia e, sem dúvidas, uma das mais importantes em termos de prestação de serviços ecossistêmicos. Além das funções ecológicas, conforme demonstrado no texto, a espécie também apresenta relevante importância socioeconômica e cultural. O planejamento e

a implementação de iniciativas privadas ou políticas públicas que fomentam as compensações pelos serviços ambientais, buscando sua incorporação ao manejo florestal de uso múltiplo, são fundamentais para a manutenção e a conservação da floresta amazônica e do modo de vida agroextrativista das famílias castanheiras.

Referências

- ABSY, M. L.; KERR, W. E. Algumas plantas visitadas para obtenção de pólen por operárias de *Melipona seminigra merrillae*. **Acta Amazonica**, v. 7, n. 3, p. 309-315, 1977.
- ABSY, M. L.; BEZERRA, E. B.; KERR, W. E. Plantas nectíferas utilizadas por duas espécies de *Melipona* na Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 10, n. 2, p. 271-281, 1980.
- ABSY, M. L.; CAMARGO, J. M. F.; KERR, W. E.; MIRANDA, I. P. A. Espécies de plantas visitadas por Meliponinae (Hymenoptera; Apoidea), para coleta de pólen na região do médio Amazonas. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 44, n. 2, p. 227-237, 1984.
- ANDRADE, V.H.F.; MACHADO, S.A. FIGUEIREDO FILHO, A.; BOTOSSO, P.C.; MIRANDA, B.P.; SCHONGART, J. Growth models for two commercial tree species in upland forests of Southern Brazilian Amazon. **For. Ecol. Manag.** 2019, 438, 215–223.
- ASSIS, L. F. F. G.; FERREIRA, K. R.; VINHAS, L.; MAURANO, L.; ALMEIDA, C.; CARVALHO, A.; RODRIGUES, J.; MACIEL, A.; CAMARGO, C. **TerraBrasilis**: a spatial data analytics infrastructure for large-scale thematic mapping. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 8, n. 11, 513, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8110513>.
- BRASIL. Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nos 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 14 jan. 2021 e retificado em 15 jan. 2021, Seção 1. Disponível em: http://planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2021/Lei/L14119.htm. Acesso em: 24 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 288, de 2 de julho de 2020. Institui o Programa Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais - Floresta+, no âmbito do Ministério do Meio Ambiente. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, 3 jul. 2020. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-288-de-2-de-julho-de-2020-264916875>. Acesso em: 24 mar. 2021.
- CALDWELL, J. P.; MYERS, C.W. A new poison frog from Amazonian Brazil, with further revision of the quinquevittatus group of *Dendrobates*. **American Museum Novitates**, n. 2988, p. 1–21, 1990. Disponível em: <https://digitallibrary.amnh.org/handle/2246/5075>. Acesso em: 21 mar. 2021.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. *Meliponini Lepeletier, 1836*. In: MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. p. 1058.
- CAMARGO, J. M. F.; POSEY, D. A. O conhecimento dos Kayapó sobre as abelhas sociais sem ferrão (Meliponidae, Apidae, Hymenoptera): notas adicionais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, sér. Zool., v.6, n.1. 1990.

CAMERA, B. F.; KRINSKI, D. Distribution extension and geographic distribution map of the Brazil-nut poison dart frog *Adelphobates castaneoticus* (Caldwell e Myers, 1990) (Anura: Dendrobatidae): new record for southwestern Pará State, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 244-245, Feb. 2014. DOI: <https://doi.org/10.15560/10.1.244>.

CAVALCANTE, M. C.; OLIVEIRA, F. F.; MAUÉS, M. M.; FREITAS, B. M. Pollination requirements and the foraging behavior of potential pollinators of cultivated Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) trees in Central Amazon Rainforest. **Psyche: A Journal of Entomology**, article ID 978019, May 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/978019>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**. Brasília, DF, 2017. 124 p.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **REDD no Brasil: um enfoque amazônico: fundamentos, critérios e estruturas institucionais para um regime nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal – REDD**. Brasília, DF, 2011. 152 p.

CRONKLETON, P.; GUARIGUATA, M. R.; ALBORNOZ, M. A. Multiple use forestry planning: Timber and Brazil nut management in community forest of Northern Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v. 268, p. 49–56, Mar. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.04.035>.

CONKLETON P., PULHIN J.M., SAIGAL S. Co-management in community forestry: how the partial devolution of management rights creates challenges for forest communities. **Conservation and Society** 10(2): 91-102, 2012.

EARDLEY, C.; ROTH, D.; CLARKE, J.; BUCHMANN, S.; GEMMIL, B. (ed.). **Pollinators and pollination: a resource book for policy and practice**. South Africa: African Pollinator Initiative, 2006. 77 p.

FAO. **State of food and agriculture**. Rome, Italy, 2007.

FAUSET, S.; JOHNSON, M. O.; GLOOR, M.; BAKER, T. R.; MONTEAGUDO M., A.; BRIENEN, R. J. W.; FELDPAUSCH, T. R.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MALHI, Y.; STEEGE, H. ter; PITMAN, N. C. A.; BARALOTO, C.; ENGEL, J.; PÉTRONELLI, P.; ANDRADE, A.; CAMARGO, J. L. C.; LAURANCE, S. G. W.; LAURANCE, W. F.; CHAVE, J.; ALIIE, E.; NÚÑEZ VARGAS, P.; TERBORGH, J. W.; RUOKOLAINEN, K.; SILVEIRA, M.; AYMARD C., G. A.; ARROYO, L.; BONAL, D.; RAMIREZ-ÂNGULO, H.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; NEILL, D.; HÉRAULT, B.; DOURDAIN, A.; TORRES-LEZAMA, A.; MARIMON, B. S.; SALOMÃO, R. P.; COMISKEY, J. A.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; TOLEDO, M.; LICONA, J. C.; ALARCÓN, A.; PIETRO, A.; RUDAS, A.; MEER, P. J. van der; KILLEEN, T. J.; MARIMON JUNIOR, B.-H.; POORTER, L.; BOOT, R. G. A.; STERGIOS, B.; TORRE, E. V.; COSTA, F. R. C.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; GROOT, N.; ARETS, E.; NOSCOS, V. C.; CASTRO, W.; CORONADO, E. N. H.; PEÑA-CLAROS, M.; STAHL, C.; BARROSO, J.; TALBOT, J.; VIEIRA, I. C. G.; HEIJDEN, G. van der; THOMAS, R.; VOS, V. A.; ALMEIDA, E. C.; ÁLVAREZ DAVILA, E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ERWIN, T. L.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA, E. A. de; VALADÃO, M. B. X.; ZAGT, R. J.; HOUT, P. van der; ALVAREZ LOAYZA, P.; PIPOLY, J. J.; WANG, O.; ALEXIADES, M.; CERÓN, C. E.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; DI FIORE, A.; PEACOCK, J.; CAMACHO, N. C. P.; UMETSU, R. K.; CAMARGO, P. B. de; BURNHAM, R. J.; HERRERA, R.; QUESADA, C. A.; STROPP, J.; VIEIRA, S. A.; STEININGER, M.; REYNEL RODRÍGUEZ, C.; RESTREPO, Z.; MUELBERT, A. E.; LEWIS, S. L.; PUCKAVANCE, G. C.; PHILLIPS, O. L. Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. **Nature Communications**, n. 6, 6857, Apr. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms7857>.

FRAZÃO, R. F. **Abelhas nativas da Amazônia e populações tradicionais: manual de meliponicultura**. Belém, PA: Instituto Peabiru, 2013. 51 p.

FRAZÃO, R. F.; SILVEIRA, O. T. Levantamento preliminar das abelhas “sem ferrão” das ressacas de Macapá e Santana para um aproveitamento sustentável (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae). In: TAKIYAMA, L. R.; SILVA, A. de Q. da (org.). **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú**. Macapá, AP: GEA: SETEC, 2003.

GIANNINI, T. C.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Coleções biológicas e serviços de ecossistemas. In: AGUIAR, A. J. C.; GONÇALVES, R. B.; RAMOS, K. S. (org.). **Ensaio sobre as abelhas da região neotropical**. Curitiba: UFPR, 2015. V. 1, p. 87-106.

GUARIGUATA, M. R.; CRONKLETON, P.; DUCHELLE, A. E.; ZUIDEMA, P. A. Revisiting the ‘cornerstone of Amazonian conservation’: a socioecological assessment of Brazil nut exploitation. **Biodiversity and Conservation**, v. 26, n. 9, p. 2007–2027, Aug. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1355-3>.

GUEDES, M. C.; NEVES, E. S.; GOMES, E.; PAIVA, P. M.; COSTA, J. B.; FREITAS, M. F.; LEMOS. ‘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, v. 9, n. 2, p. 381-398, ago. 2014. DOI: <https://doi.org/10.46357/bcnaturais.v9i2.532>.

GUEDES, M. C. Desafios e oportunidades para a cadeia da castanha-da-amazônia. In: WEBINÁRIO BIOECONOMIA DA FLORESTA: desafios e oportunidades para a cadeia do açaí e da castanha no AP, MT e PA. 24 set. 2020. Brasília, DF: Serviço Florestal Brasileiro. Disponível em: <https://www.youtube.com/SFBflorestal>, gravado em <https://www.youtube.com/watch?v=ixlhrwWf3fs>.

GUERREIRO Q. L. M., OLIVEIRA JÚNIOR R. C., SANTOS G. R., RUIVO, M. L. P., BELDINI, T. P., CARVALHO E. J. M., SILVA K. E., GUEDES M. C., SANTOS P. R. B. SPATIAL VARIABILITY OF SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS IN A BRAZIL NUT TREE STAND IN THE BRAZILIAN AMAZON. **AFR. J. AGRIC. RES.** 12(4):237-250, 2017.

HAUGAASEN, J. M. T.; HAUGAASEN, T.; PERES, C. A.; 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**, v. 26, n. 3, p. 251-262, May 2010. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467410000027>.

HAUGAASEN, J. M. T.; HAUGAASEN, T.; PERES, C. A.; GRIBEL, R.; WEGGE, P. Fruit removal and natural seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in Central Amazonia, Brazil. **Biotropica**, v. 44, n. 2, p. 205-210, Mar. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00796.x>.

IBGE. 2021. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2020. (<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/289#resultado>). Acessado em 12 junho de 2021.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; JOLY, C. Avaliação polinizadores, polinização e produção de alimentos da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços de Ecossistemas (IPBES). In: CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Importância dos polinizadores na produção de alimentos e na segurança alimentar global**. Brasília, DF, 2017. p. 17-33.

JOLY, C.A., SCARANO, F.R., BUSTAMANTE, M., GADDA, T.M.C., METZGER, J.P.W., SEIXAS, C.S., OMETTO, J.P.H.B., PIRES, A.P.F., BOESING, A.L., SOUSA, F.D.R., QUINTÃO, J.M.B., GONÇALVES, L.R., PADGURSCHI, M.C.G., AQUINO, M.F.S., CASTRO, P.F.D., SANTOS, I.L. BRAZILIAN ASSESSMENT ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES: SUMMARY FOR POLICY MAKERS. **BIOTA NEOTROPICA**. 19(4): E20190865. [HTTP://DX.DOI.ORG/10.1590/1676-0611-BN-2019-0865](http://dx.doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2019-0865)

KAINER, K. A.; WADT, L. H. O.; STAUDHAMMER, C. L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Forest Ecology and Management**, v. 250, n. 30, p. 244-255, Oct. 2007. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.05.024>.

KERR, W. E.; ABSY, M. L.; MARQUES-SOUZA, A. C. Espécies nectíferas e políferas 434 utilizadas pelas abelhas *Melipona compressipes fasciculata* (Meliponinae, Apidae), no Maranhão. **Acta Amazonica**, v. 16/17, n. único, p. 145-156, 1986/1987.

LEVIS C, COSTA FRC, BONGERS F, PEÑA-CLAROS M, CLEMENT CR, JUNQUEIRA AB, NEVES EG, TAMANAHA EK, FIGUEIREDO FOG, SALOMÃO RP, CASTILHO C V., MAGNUSON WE, PHILLIPS OL, GUEVARA JE, SABATIER D, MOLINO J-F, LÓPEZ DC, MENDOZA AM, PITMAN NCA, DUQUE A, VARGAS PN, ZARTMAN CE, VASQUEZ R, ANDRADE A, CAMARGO JL, FELDPAUSCH TR, LAURANCE SGW, LAURANCE WF, KILLEEN TJ, NASCIMENTO HEM, MONTERO JC, MOSTACEDO B, AMARAL IL, GUIMARÃES VIEIRA IC, BRIENEN R, CASTELLANOS H, TERBORGH J, CARIM M DE JV, GUIMARÃES JR DA S, COELHO L DE S, MATOS FD DE A, WITTMANN F, MOGOLLÓN HF, DAMASCO G, DÁVILA N, GARCÍA-VILLACORTA R, CORONADO ENH, EMILIO T, FILHO D DE AL, SCHIETTI J, SOUZA P, TARGHETTA N, COMISKEY JA, MARIMON BS, MARIMON B-H, NEILL D, ALONSO A, ARROYO L, CARVALHO FA, DE SOUZA FC, DALLMEIER F, PANSONATO MP, DUIVENVOORDEN JF, FINE PVA, STEVENSON PR, ARAUJO-MURAKAMI A, AYMARD C. GA, BARALOTO C, DO AMARAL DD, ENGEL J, HENKEL TW, MAAS P, PETRONELLI P, REVILLA JDC, STROPP J, DALY D, GRIBEL R, PAREDES MR, SILVEIRA M, THOMAS-CAESAR R, BAKER TR, DA SILVA NF, FERREIRA L V., PERES CA, SILMAN MR, CERÓN C, VALVERDE FC, DI FIORE A, JIMENEZ EM, MORA MCP, TOLEDO M, BARBOSA EM, BONATES LC DE M, ARBOLEDA NC, FARIAS E DE S, FUENTES A, GUILLAUMET J-L, JØRGENSEN PM, MALHI Y, DE ANDRADE MIRANDA IP, PHILLIPS JF, PRIETO A, RUDAS A, RUSCHEL AR, SILVA N, VON HILDEBRAND P, VOS VA, ZENT EL, ZENT S, CINTRA BBL, NASCIMENTO MT, OLIVEIRA AA, RAMIREZ-ANGULO H, RAMOS JF, RIVAS G, SCHÖNGART J, SIERRA R, TIRADO M, VAN DER HEIJDEN G, TORRE E V., WANG O, YOUNG KR, BAIDER C, CANO A, FARFAN-RIOS W, FERREIRA C, HOFFMAN B, MENDOZA C, MESONES I, TORRES-LEZAMA A, MEDINA MNU, VAN ANDEL TR, VILLARROEL D, ZAGT R, ALEXIADES MN, BALSLEV H, GARCIA-CABRERA K, GONZALES T, HERNANDEZ L, HUAMANTUPA-CHUQUIMACO I, MANZATTO AG, MILLIKEN W, CUENCA WP, PANSINI S, PAULETTO D, AREVALO FR, REIS NFC, SAMPAIO AF, GIRALDO LEU, SANDOVAL EHV, GAMARRA LV, VELA CIA, TER STEEGE H. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science** 355:925–931, 2017.

LEVIS, C.; FLORES, B. M.; MOREIRA, P. A.; LUIZE, B. G.; ALVES, R. P.; FRANCO-MORAES, J.; LINS, J.; KONINGS, E.; PEÑA-CLAROS, M.; BONGERS, F.; COSTA, F. R. C.; CLEMENT, C. R. How people domesticated Amazonian forests. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 5, n. 171, Jan. 2018. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00171>.

MAGALHÃES, M. P. Evolução e seleção cultural na Amazônia Neotropical. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 3, n. 5, jul./dez. 2007.

MARCHI, P.; MELO, G. A. R. Revisão taxonômica das espécies brasileiras de abelhas do gênero *Lestrimelitta* Friese (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 50, n. 1, p. 6-30, mar. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262006000100002>.

MARQUES-SOUZA, A. C. Fontes de pólen exploradas por *Melipona compressipes manaosensis*. **Acta Amazonica**, v. 26, n.1/2, p. 77-86, 1996. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921996261086>.

MAUÉS, M. M. Reproductive phenology and pollination of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bopl. Lecythidaceae) in Eastern Amazonia. In: KEVAN, P.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. (ed.). **Pollination bees: the conservation link between agriculture and nature**. Brasília, DF: MMA, 2002. p. 245-254.

MAUÉS, M. M.; CAVALCANTE, A. C.; KRUG, C. S. Brazil nut in the Amazon. In.: ROUBIK, D. W. **The Pollination of cultivated plants: a compendium for practitioners**. 2. ed. Rome, Italy: FAO, 2018. V.1, p. 220-225.

MAUÉS, M. M.; KRUG, C.; WADT, L. H. O.; DRUMOND, P. M.; CAVALCANTE, M. C.; SANTOS, A. C. S. **A castanha-do-brasil: avanços no conhecimento das práticas amigáveis à polinização**. Rio de Janeiro: FUNBIO, 2015. V. 1. 84 p.

MELO, G. A. R. Notas sobre meliponíneos neotropicais, com a descrição de três novas espécies (Hymenoptera, Apidae). In: MELO, G. A. R.; SANTOS, I. A. dos (ed.). **Apoidea neotropica: homenagem aos 90 Anos de Jesus Santiago Moure**. Criciúma, Editora Unesc, 2003. p. 84-91.

MELO G. A. R. Apidae (Subtribos Meliponina e Euglossina) da região dos lagos do Amapá. In: COSTA NETO, S. V. (org.). **Inventário biológico das áreas do Sucuriju e Região dos Lagos, no Amapá**. Macapá: IEPA, 2006. p. 123–130.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 p.

MILHEIRAS, S. G.; GUEDES, M.; SILVA, F. A. B.; PERSEU, A.; GEORGINA, M. M. Patterns of biodiversity response along a gradient of forest use in Eastern Amazonia, Brazil. *PeerJ*, DOI:10.7717/peerj.8486. 9p. 2020.

MINISTÉRIO do Meio Ambiente instituiu o Programa Floresta+. 3 jul. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/meio-ambiente-e-clima/2020/07/ministerio-do-meio-ambiente-instituiu-o-programa-floresta>. Acesso em: 24 mar. 2021.

MORI, S. A.; PRANCE, G. T. **Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. Lecythidaceae)**. New York: New York Botanical Garden: Springer, 1990. p. 130-150. (*Advances in Economy Botany*, v. 8).

MORI, S. A.; PRANCE, G. T.; BOLTEN, A. B. Additional notes on the floral biology of neotropical Lecythidaceae. *Brittonia*, v. 30, p. 113-130, Apr. 1978. DOI: <https://doi.org/10.2307/2806638>.

MORITZ, A. **Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.)**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 82 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 29). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/387228>. Acesso em: 15 jan. 2021.

MÜLLER, C. H.; RODRIGUES, I. A.; MÜLLER, A. A.; MÜLLER, N. R. M. **Castanha-do-Brasil: resultados de pesquisa**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1980. 25 p. (EMBRAPA-CPATU. Miscelânea, 2). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/378091>. Acesso em: 24 mar. 2021.

MYERS, G. P.; NEWTON, A. C.; MELGAREJO, O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. *Journal of Tropical Ecology*, v. 127, n. 1-3, p. 119–128, Mar. 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00124-3).

NELSON, B. W.; ABSY, M. L.; BARBOSA, E. M.; PRANCE, G. T. Observations on flower visitors to *Bertholletia excelsa* H. & B. K. and *Couratari tenuicarpa* A. S. SM (Lecythidaceae). *Acta Amazonica*, v. 15, p. 225-234, 1985. Suplemento. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921985155234>.

NEVES, E. S.; WADT, L. H. O.; GUEDES, M. C. Estrutura populacional e potencial para o manejo de *Bertholletia excelsa* (Bonpl.) em castanhais nativos do Acre e Amapá. **Scientia Forestalis**, v. 44, p. 19-31, 2016. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/17900>. Acesso em: 21 mar. 2021.

NUNES, F.; SOARES-FILHO, B.; GIUDICE, R.; RODRIGUES, H.; BOWMAN, M.; SILVESTRINI, R.; MENDOZA, E. Economic benefits of forest conservation: assessing the potential rents from Brazil nut concessions in Madre de Dios, Peru, to channel REDD+ investments. **Environmental Conservation**, v. 39, n. 2, p. 13144, 2012. DOI: 10.1017/S0376892911000671.

PACHECO, A.; MEYER, C. Land-tenure regimes determine tropical deforestation rates across socio-environmental contexts. **Nature Communications**, v. 13, article number 5759, Ocy. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33398-3>.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M. C. A capacidade de rebrota das castanheiras. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 61., 2010, Manaus. **Diversidade vegetal brasileira: conhecimento, conservação e uso: anais**. Manaus: SBB, 2010. 1 CD-ROM.

PAIVA, P. M.; GUEDES, M. C.; FUNI, C. Brazil nut conservation through shifting cultivation. **Forest Ecology and Management**, v. 261, n. 3, p. 508–514, Feb. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.11.001>.

PERES, C. A. Nonvolant mammal community structure in different Amazonian forest types. In: EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. (org.). **Mammals of the Neotropics: the Central Neotropics**. Chicago: University of Chicago Press, 1999. p. 564-581.

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

PINHEIRO, F. A. P. **Diversidade arbórea e estoque de biomassa em um castanhal nativo no Sul do estado de Roraima**. 2021. 63 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) – Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

PINHO, B. X., C. A. PERES., I. R. LEAL, AND M. TABARELLI. Critical role and collapse of tropical mega-trees: a key global resource. **Advances in Ecological Research** 62:253-294, 2020.

PINTO, K. C. P. Distribution extension of *Adelphobates castaneoticus* (Caldwell and Myers, 1990) (Anura, Dendrobatidae): a new record from State of Pará, northern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 9, p. 185-186, Sept. 2016. Disponível em: <https://www.biotaxa.org/hn/article/view/14090>. Acesso em: 21 mar. 2021.

QUAEDVLIEG, J.; GARCIA ROVA, I. M. e ROS-TONEM, M. A. F. Is Amazon nut certification a solution for increased smallholder empowerment in Peruvian Amazonia? **Journal of Rural Studies**, v. 33p. 41-55, Jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2013.10.004>.

QUEZADA-EUÁN, J. J. G.; NATES-PARRA, G.; MAUES, M. M.; ROUBIK, D. W.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The economic and cultural values of stingless bees (Hymenoptera: Meliponini) among ethnic groups of tropical America. **Sociobiology**, v. 65, p. 534-557, Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i4.3447>.

RAYMAN, M.P. Selenium and Human Health. **The Lancet** 379 (9822): 1256–68, 2012. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61452-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61452-9)

RECH, A. R.; ABSY, M. L. Pollen storages in nests of bees of the genera *Partamona*, *Scaura* 499 and *Trigona* (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 55, n. 3, p. 361-372, set. 2011a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262011005000026>.

RECH, A. R.; ABSY, M. L. Pollen sources used by species of Meliponini (Hymenoptera: Apidae) along the Rio Negro channel in Amazonas, Brazil. **Grana**, v. 50, n. 2, p. 150-161, 2011b. DOI: <https://doi.org/10.1080/00173134.2011.579621>.

RIBEIRO, V. M. F.; ZAMORA, L. M. **Pacas e capivaras**: criação em cativeiro com ambientação natural. Rio Branco, AC: GEA/SA, 2008. 48p.

RODRIGUES, M. T., AZEVEDO-RAMOS, C. **Adelphobates castaneoticus**. In: The IUCN Red List of Threatened Species: e.T55179A11252315. 2001. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T55179A11252315.en>. Acesso em: 3 abr. 2021.

SANTOS, C. F.; ABSY, M. L. Polinizadores de *Bertholletia excelsa* (Lecythidales: Lecythidaceae): interações com abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) e nicho trófico. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 854-861, Nov./Dec. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000600002>.

SARMENTO, A. da S. L. **Equações de volume para estimativa de biomassa de castanha-da-amazônia**. 2015. 46 f. Dissertação (em Biodiversidade Tropical) - Departamento de Pós-Graduação, Universidade Federal do Amapá, Macapá. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/487>. Acesso em: 21 mar. 2021.

SCHÖNGART, J.; GRIBEL, R.; FONSECA JUNIOR, F. S.; HAUGAASEN, T. Age and growth patterns of Brazil Nut trees (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) in Amazonia, Brazil. **Biotropica**, v. 47, n. 5, p. 550-558, Sept. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12243>.

SCOLES, R. Do rio Madeira ao rio Trombetas: novas evidências ecológicas e históricas da origem antrópica dos castanhais amazônicos. **Novos Cadernos NAEA**, v. 14, n. 2, p. 265-282, dez. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5801/ncn.v14i2.549>.

SCOLES, R.; GRIBEL, R. Growth and survival over ten years of Brazil-nut trees planted in three anthropogenic habitats in northern Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 51, n. 1, p. 20-29, jan./mar. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392202001462>.

SELAYA, N. G.; ZUIDEMA, P. A.; BARALOTO, C.; VOS, V. A.; BRIENEN, R. J. W.; PITMAN, N.; BROWN, F.; DUCHELLE, A. E.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; CARILLO, L. A. O.; VASQUEZ COLOMO, G. H.; CHUPINAGUA, S. M.; FUENTES NAY, H.; PERZ, S. Economically important species dominate aboveground carbon storage in forests of southwestern Amazonia. **Ecology and Society**, v. 22, n. 2, 40, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-09297-220240>.

SHEPARD JUNIOR, G. H.; RAMIREZ, H. "Made in Brazil": human dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in Ancient Amazonia. **Economy Botany**, v. 65, p. 44-65, Feb. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-011-9151-6>.

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras**: sistemática e identificação. Belo Horizonte: Edição dos autores, 2002. 253 p.

SOUSA, W. P. **A castanha-da-Amazônia (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) no contexto dos novos padrões internacionais de qualidade e segurança dos alimentos**. 2018. 241 f. Tese (Doutorado em Extensão Rural) - Curso de Pós-Graduação em Extensão Rural, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

THOMAS, E.; ATKINSON, R.; KETTLE, C. Fine-scale processes shape ecosystem service provision by an Amazonian hyperdominant tree species. **Scientifcs Reports**, v. 8, article number 11690, Aug. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29886-6>.

TOURNE, D. C. M., BALLESTER, M. V. R., JAMES, P. M. A., MARTORANO, L. G., GUEDES, M. C., & THOMAS, E. Strategies to optimize modeling habitat suitability of *Bertholletia excelsa* in the Pan-Amazonia. **Ecology and Evolution**, 9(22), 12623–12638, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.5726>

VIEIRA, S., S. TRUMBORE, P. B. CAMARGO, D. SELHORST, J. Q. CHAMBERS, N. HIGUCHI, and L. A. MARTINELLI. Slow growth rates of Amazonian trees: Consequences for carbon cycling. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 102 51 (2005): 18502-7.

VILLAS-BÔAS, J. **Manual de aproveitamento integral dos produtos das abelhas sem ferrão** 2. ed. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2018. 216 p. (Manual tecnológico, 3).