



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS  
MESTRADO EM RECURSOS NATURAIS

FLÁVIA ABREU PAIVA PINHEIRO

DIVERSIDADE ARBÓREA E ESTOQUE DE BIOMASSA EM UM  
CASTANHAL NATIVO NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA

Boa Vista, RR

2021

FLÁVIA ABREU PAIVA PINHEIRO

**DIVERSIDADE ARBÓREA E ESTOQUE DE BIOMASSA EM UM  
CASTANHAL NATIVO NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais (Recursos Naturais). Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Carolina Volkmer de Castilho

Coorientadora: Dra. Patrícia da Costa

Boa Vista, RR

2021

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)  
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

P654d Pinheiro, Flávia Abreu Paiva.

Diversidade arbórea e estoque de biomassa em um castanhal nativo no sul do estado de Roraima / Flávia Abreu Paiva Pinheiro. – Boa Vista, 2022. 67 f. : il.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Carolina Volkmer de Castilho.

Coorientadora: Dra. Patrícia da Costa.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1 – Biomassa. 2 – Carbono. 3 – Produtos florestais não madeireiros. 4 – Espécies arbóreas domesticadas. I – Título. II – Castilho, Carolina Volkmer de (orientadora). III – Costa, Patrícia da (coorientadora).

CDU – 502.3(811.4)

**FLÁVIA ABREU PAIVA PINHEIRO**

**DIVERSIDADE ARBÓREA E ESTOQUE DE BIOMASSA EM UM  
CASTANHAL NATIVO NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós- Graduação em Recursos Naturais, para obtenção do grau de mestre em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas. Defendida em 02 de dezembro de 2021 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

*Carolina V. de Castilho*

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Carolina Volkmer de Castilho  
Orientadora – Embrapa Roraima

*Pedro Aurélio Costa Lima Pequeno*

---

Prof. Dr. Pedro Aurélio Costa Lima Pequeno  
Membro titular da banca - PRONAT

*R. Oliveira*

---

Prof. Dr. Rodrigo Leonardo Costa de Oliveira  
Membro titular da banca – UERR

*Ricardo de Oliveira Perdiz*

---

Dr. Ricardo Oliveira Perdiz  
Membro titular da banca – Luz da Floresta

*Aos meus pais, Afonso e Dapaz  
As minhas irmãs, Renata, Alanna e Eduarda  
Aos meus sobrinhos, Camila e André  
As minhas amigas, Érika, Jaine, Karina e Adriane.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a minha orientadora Dra. Carolina Volkmer de Castilho, por todo conhecimento, paciência, revisões, correções e sugestões, e também a coorientadora Dra. Patrícia da Costa pelas revisões e correções. Agradeço também a Embrapa pelo apoio dado, que possibilitou nossa ida a campo. Muito grata ao Fernando, José Anchieta, Manuela e Wicles que estiveram conosco na coleta de dados e ao Antônio Tavares, parobotânico.

À CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado. Ao CNPq, pelo financiamento do sítio PELD Florestas de Roraima (CNPq Proc. 441575/2016-1) onde este estudo foi realizado, e ao Projeto Integrado para a Produção e Manejo Sustentável do Bioma Amazônia, ou simplesmente Projeto Integrado para Amazônia (PIA), coordenado pela Embrapa e financiado pelo Fundo Amazônia através do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), Projetos componentes: MFE\_Amazon- “Manejo florestal e extrativismo: criando referências para o desenvolvimento territorial na Amazônia” e+Sementes-“Fortalecimento da cadeia produtiva de sementes e mudas na Amazônia”), pelo apoio financeiro que permitiu a coleta de dados em campo.

Aos professores do PRONAT que foram essenciais nesta caminhada. Grata aos colegas do mestrado, pois sempre mantivemos contato, e isso ajudou na resolução de muitos problemas, em meio a tantas turbulências que a pandemia ocasionou. Ao Arthur Citó, pela elaboração do mapa.

Aos meus pais Maria da Paz e Afonso, pelo apoio. As minhas irmãs Renata, Alanna e Eduarda pelos conselhos. E ao meu companheiro Gabriel pelas palavras que me trouxeram segurança. Meu muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>Quantificação de serviços ambientais associados ao manejo e conservação de castanhais nativos no sul de Roraima, Brasil</b> .....	15
<b>NORMAS DA REVISTA</b> .....	49
<b>2 REFERÊNCIAS</b> .....	50
<b>APÊNDICE A</b> .....	55
<b>APÊNDICE B</b> .....	56

## 1 INTRODUÇÃO

A Amazônia concentra cerca de 1/3 das florestas tropicais do planeta. Esta imensa área é o ecossistema com maior biodiversidade do planeta Terra (VIEIRA; SILVA; TOLEDO, 2005). Somente em relação às árvores, estima-se que a Amazônia abriga mais de 10 mil espécies (TER STEEGE et al., 2016; CARDOSO et al., 2017).

Além da alta diversidade biológica, outra grande importância das florestas tropicais é a regulação climática devido ao armazenamento de carbono em grandes quantidades e à sua influência no regime de chuvas. Os ecossistemas florestais contribuem, através de suas funções, para amenizar as alterações climáticas, pois absorvem uma parte significativa das emissões de dióxido de carbono que, posteriormente armazenam na biomassa acima e abaixo do solo. As florestas tropicais, são responsáveis pelo sequestro e armazenamento de cerca de um quinto das emissões de gases de efeito estufa causadas pelo homem (COLLALTI, et al., 2019). O aumento das emissões de CO<sub>2</sub> para atmosfera é o principal responsável pelos cenários de mudanças climáticas, os quais incluem o aumento da temperatura do ar, a diminuição da umidade do ar, o aumento dos ventos e a erosão dos solos. Para a Amazônia está prevista uma tendência de aumento da temperatura que persistirá para as próximas décadas, alcançando a elevação de mais 2 °C em 2040 (RIBAS et al., 2020). Com o aumento da temperatura, haverá redução da umidade do ar, o que acarretará um menor crescimento da floresta devido ao excesso de calor e à pouca umidade. O resultado esperado é a alteração do balanço de crescimento e da taxa de mortalidade das florestas, gerando um desequilíbrio na remoção de carbono da atmosfera. Ou seja, a função da Amazônia na regulação do carbono será comprometida. Por isso é importante compreendermos quais os impactos dessas alterações para que possamos apoiar a elaboração de estratégias para enfrentar essas mudanças. Existe uma necessidade cada vez maior em quantificar o sequestro e armazenamento do carbono atmosférico por parte das florestas para que medidas mitigadoras sejam implementadas na tentativa de reduzir os impactos causados pelas alterações no clima (LIN; GE, 2019). Assim, um dos grandes desafios para o desenvolvimento da região é a adoção de atividades econômicas que possibilitem a geração de renda e emprego com a manutenção da floresta.

Além da importância para regulação climática e conservação da biodiversidade biológica, as florestas tropicais abrigam uma enorme diversidade cultural representada pelas populações tradicionais (indígenas, quilombolas, ribeirinhos, agroextrativistas) que vivem



e dependem da floresta (FEARNSIDE, 2018). Desse modo, a manutenção da floresta não apenas mantém a biodiversidade, mas também a “sociodiversidade”, a qual deve ser entendida como um valor que deve ser preservado. A relação indivíduo e floresta possibilita representações simbólicas, saberes e práticas, que atravessam o entendimento e percepção da floresta amazônica como um importante patrimônio social (RIBEIRO; HIGUCHI, 2012). A manutenção de diversidade cultural das populações que vivem nas regiões tropicais, depende, em grande medida, do uso de produtos florestais não-madeireiros (PFNM). O abandono do uso dos recursos naturais, e a conseqüente mudança de vida, leva a erosão do conhecimento ecológico, tradicional ou local (DIEGUES, 2000).

### **Serviços ecossistêmicos e serviços ambientais**

Tanto a biodiversidade, quanto a regulação climática, quanto o valor cultural das florestas tropicais têm algo em comum: são benefícios que a humanidade obtém da natureza (DIAZ et al., 2015). Esses benefícios são também chamados de serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais. Para Groot et al. (2002), serviços ambientais são ‘processos naturais que garantem a sobrevivência das espécies no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades humanas’. Por outro lado, para Boyd e Banzhaf (2007) ‘não são os benefícios, mas componentes da natureza diretamente aproveitados, consumidos ou usufruídos para o bem-estar humano’. Para Haines-Young e Potschin (2013), serviços ambientais são as contribuições dos ecossistemas (natural ou modificado) que afetam diretamente ou indiretamente o bem-estar humano, sendo caracterizados pelas conexões mantidas entre as funções, processos e estruturas do ecossistema que os originam.

De acordo com suas funções, segundo Gaudereto et al. (2018), os serviços ambientais podem ser categorizados em: serviços de informação ou cultural (atividades recreacionais, de educação e espirituais); serviços de produção (provisionamento de alimentos, água e a energia); serviços de habitat ou de suporte (ciclo dos nutrientes e a formação do solo) e serviços de regulação (regulação climática, regulação de cheias e purificação da água).

Alguns autores fazem uma distinção conceitual entre ‘serviços ecossistêmicos’ e ‘serviços ambientais’ (por ex., MURADIAN et al., 2010; SIMÕES; ANDRADE, 2013; PEREIRA; CAMARGO, 2014). Para Pereira e Camargo (2014), os serviços ecossistêmicos podem ser definidos como as contribuições oriundas do funcionamento dos ecossistemas,

das características, funções ou processos ecológicos que indiretamente contribuem para a vida e para bem-estar humano. Trata-se exclusivamente dos benefícios humanos derivados de ecossistemas naturais, ou seja, todos os processos pelos quais o meio ambiente produz recursos que usualmente são tomados como bens gratuitos tais como água limpa, madeira, habitat para peixes e polinização de plantas nativas ou agrícolas (MURADIAN et al., 2010). Já o termo ‘serviços ambientais’ designa os benefícios ambientais resultantes de intervenções intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, tais como as atividades humanas para a manutenção ou a recuperação dos componentes dos ecossistemas (MURADIAN et al., 2010). Esse conceito enfatiza a contribuição humana para a manutenção ou ampliação do fluxo de bens e serviços ecossistêmicos, já que o resultado dessas ações pode afetar o seu fluxo.

Serviços ecossistêmicos também não se confundem com serviços ambientais, pois estes referem-se não somente aos serviços que tratam dos benefícios ao homem derivados de ecossistemas naturais, como também dos benefícios associados a diferentes tipos de gestão ativa de ecossistemas, por exemplo, práticas de agricultura sustentável e de gestão de paisagens rurais (MURADIAN et al., 2010). Dentre as práticas de gestão ativa de ecossistemas naturais, pode-se destacar o extrativismo de produtos florestais não-madeireiros, o qual é apontado por muitos autores como uma estratégia de uso da floresta capaz de aliar conservação, inclusão social e geração de renda.

A difusão do conceito de serviço ecossistêmico tem sido utilizada para alertar a opinião pública e os tomadores de decisão sobre os valores dos ecossistemas e sobre os impactos de sua perda ou degradação. O conceito também é útil para promover a priorização, a ampliação e o financiamento das áreas protegidas nos diferentes biomas (MEDEIROS et al., 2011), principalmente na Amazônia, onde florestas são fundamentais para mitigar a crise climática (SOARES-FILHO et al., 2006).

Apesar de parte da sociedade não ter conhecimento sobre os benefícios que as funções dos ecossistemas exercem sobre nossas vidas, nos últimos anos o tema ‘serviços ambientais’ foi incluído na formulação de políticas públicas brasileiras (por exemplo a Lei 14119/2021 que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais - PNSA) e nas discussões de uso e ocupação das terras. Tais políticas visam que, se houver planejamento e manejo adequados, paisagens produtivas podem ser remuneradas por fornecer não só alimentos e fibras, mas também ampla variedade de serviços ambientais, como a conservação da biodiversidade, regulação da água, e regulação climática. Neste sentido,

para as políticas com foco na conservação, mitigação climática e de ordenamento territorial, é de suma importância quantificação, o mapeamento e a avaliação de inúmeros serviços ambientais (PARRON et al., 2015).

### **Produtos florestais não-madeireiros**

Segundo Salimon e Martins (2015) Produtos Florestais Não-Madeireiros (PFNM) são definidos como todos os produtos de origem vegetal, animal ou paisagístico, incluindo-se a madeira, exceto aquela destinada para serraria, movelaria, construção civil, que podem ser extraídos de florestas nativas ou plantadas. Já para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), PFNM são produtos originados de florestas, apresentando-se como materiais não-lenhosos, de origem vegetal, tais como resina, cipó, óleo, sementes, plantas ornamentais, plantas medicinais, entre outros. Por sua vez, para FAO (1999), os PFNM são definidos como todos os produtos de origem biológica, exceto a madeira, derivados de florestas, terras arborizadas e árvores fora das florestas. Apesar de existirem muitas definições, é possível identificar que todos os conceitos têm em comum o preceito de manter a floresta, extraindo somente os produtos que ela fornece.

Os recursos florestais não madeireiros consistem na principal fonte de renda e alimentação de milhares de famílias que vivem da extração florestal em várias partes do mundo, constituindo oportunidade real para o incremento da renda familiar dos extrativistas, seja por meio de sua exploração em florestas nativas ou em cultivos domesticados (WAGNER et al., 2012). A exploração de produtos não madeireiros possibilita a manutenção da floresta em pé, sem a retirada das matrizes, enquanto que a exploração madeireira demanda a retirada de matrizes e contribui para a erosão genética das espécies de maior valor comercial, o que pode vir a comprometer seu rendimento futuro (SOUZA; SILVA, 2002).

A exploração dos produtos florestais não-madeireiros é de grande valia tanto para as populações de zona rural, que tradicionalmente dependem desta prática para sua subsistência e para propósitos socioculturais, como para populações de zona urbana, que obtêm renda através do processamento de PFNM e posteriormente comercialização de seus derivados (FIEDLER; SOARES; SILVA, 2008).

A exploração sustentável de produtos florestais não madeireiros, por desempenhar um importante papel complementar à agricultura nos meios de subsistência rurais, é considerada uma das estratégias que contribuem para a conservação e o manejo sustentável

das florestas. O mercado, que sempre existiu para diversos PFM, tem apresentado uma procura crescente por estes produtos (BRASIL, 2012). Todavia, para implementar e desenvolver tais sistemas, faz-se necessário buscar informações sobre a sustentabilidade biológica econômica e social (BOOT, 1997; TONINI; PEDROZO, 2014).

O interesse das organizações não governamentais, institutos de pesquisas, entre outros, tem aumentado nos últimos anos, proporcionando importantes informações sobre diversos produtos e sua importância para as comunidades que dela necessitam e para a conservação das florestas (ALMEIDA, 2010).

### **Castanhais e o Extrativismo de PFM**

A castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) pertencente à família botânica Lecythidaceae, é uma espécie endêmica da região amazônica, de grande valor econômico, social e ambiental (CATENACCI et al., 2020; MORI; PRANCE, 1990). O fruto produzido por esta árvore é um dos produtos florestais não madeireiros mais importante da Amazônia (THOMAS et al., 2015), exercendo importante papel na economia de diversas localidades e populações na Bolívia, Peru e na Amazônia Brasileira (ORTIZ et al., 2002).

O predomínio da coleta da castanha em florestas tropicais primárias a torna fundamental para o desenvolvimento econômico-social das comunidades e para a manutenção dos benefícios diretos e indiretos da floresta (SALOMÃO, 2009; TONINI, 2013). Uma estratégia eficiente para conservação das florestas onde ocorre a castanha-do-brasil é o manejo dos castanhais nativos. Com uma boa direção cooperativista, é concebível conciliar conservação da floresta, inclusão social e geração de renda (FONSECA; CARTAXO; WADT, 2018).

Desde a era pré-colombiana que o extrativismo vem sendo realizado na Amazônia. Antes da chegada dos colonizadores europeus tinha a função alimentar, visando atender as necessidades das comunidades (SILVA e al., 2019). Os portugueses organizaram o território, criaram vínculos com os povos indígenas e ocuparam as áreas propícias à exploração, com o intuito de garantir os produtos florestais, a fim de atender o mercado europeu (GOMES, 2018).

A partir de 1920, a castanha-do-brasil entrou em ascensão, se tornando o principal produto extrativista (toneladas/ano) da Amazônia, posto que ocupou até o final da década de 80, sendo substituída pelo açaí (IBGE, 2020). Além de uma grande demanda no mercado

mundial, há um forte crescimento do consumo interno. Tais aspectos representam a notoriedade econômica da castanheira e sua forte contribuição para o desenvolvimento e o bem-estar das comunidades extrativistas (KAINER;WADT; STAUDHAMMER, 2018). Duchelle et al. (2014), observaram uma dependência de renda florestal extremamente alta entre as comunidades em Pando (Bolívia), e estimaram que 45% da renda total das famílias foi proveniente da coleta e comercialização da castanha.

Na estatística oficial da produção e extração vegetal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o extrativismo da castanha-do-Brasil em Roraima aparece a partir de 1945. Os municípios produtores de castanha localizam-se no sul do estado, destacando-se: Caracaraí, Caroebe, São João da Baliza, São Luís do Anauá e Rorainópolis. A atividade é praticada por colonos, em assentamentos rurais, por ribeirinhos, na região do baixo rio Branco, e por indígenas das etnias Wai Wai e Yanomami (TONINI et al., 2014; MAROCOLLO et al., 2021).

### **Origem antrópica dos castanhais**

Na região Amazônica, os narradores das primeiras expedições realizadas, descreveram uma paisagem natural dominada por florestas exuberantes, onde a natureza apresentava-se grandiosa, diversificada e intacta. Na concepção deles a floresta parecia não ter sido manejada nem alterada por sociedades humanas. A partir dessas percepções criou-se o mito da natureza intocada (DIEGUES, 2008).

A ideia de natureza intocada foi fortemente questionada e as evidências arqueológicas e ecológicas acumuladas nas últimas décadas sugerem que as atividades humanas de longo prazo, mesmo nas florestas mais isoladas, alteraram significativamente a estrutura e composição da floresta (CLEMENT et al., 2015; BOIVIN et al., 2016; ROBERTS et al., 2017; LEVIS et al., 2017; 2018).

Atualmente, entende-se que, antes da chegada dos europeus, no período formativo (de 2.500 até 1500 AP), as sociedades nativas estavam organizadas e estruturadas em cacicados de alta complexidade social e com contrastada capacidade de modificar a natureza (SCHAAN, 2009). Isso seria singularmente notório nas áreas de várzeas, lagos e partes baixas dos grandes rios amazônicos. Desse modo, ao contrário de limitadas pelo ambiente, as populações indígenas transformaram e manejaram o meio onde viviam, ao longo do tempo e de várias gerações, até domesticar a paisagem (SILVA, 2009).

A domesticação de plantas é um processo de longo prazo que depende da capacidade do ser humano de superar os problemas ambientais e pressões de seleção com o objetivo de gerenciar e cultivar plantas úteis (LEVIS et al., 2017), resultando em mudanças significativas nos ecossistemas naturais e comunidades vegetais.

Durante o processo de domesticação, inicialmente o “melhor” indivíduo era administrado *in situ* e somente mais tarde, era selecionado e propagado nas hortas e em outras paisagens antropogênicas. Essas ações iniciais de favorecimento de árvores individuais são chamadas de “domesticação acidental” (LEVIS et al., 2017).

Dentre as espécies arbóreas (incluindo plameiras), consideradas hiperdominantes nas florestas amazônicas (*sensu* TER STEEGE et al., 2013), acredita-se que pelo menos 85 espécies foram domesticadas em algum grau durante os tempos pré-colombianos (CLEMENT, 1999; LEVIS et al., 2017).

A castanheira, espécie útil e de distribuição pan-amazônica, seria um exemplo dessa estreita relação entre o ser humano e a floresta desde os tempos mais remotos, tanto assim que é considerada uma árvore indicadora de distúrbios passados (SCOLES, 2011). A hipótese de que a distribuição atual da castanheira-do-Brasil se deve em grande parte à dispersão humana, é fortemente apoiada pela distribuição de castanhais e pela ausência da espécie em algumas áreas (CLEMENT et al., 2010).

As castanheiras são observadas ocorrendo tanto com indivíduos dispersos em áreas de florestas de terra firme, em distribuição não agregada na paisagem (WADT et al., 2005), quanto em povoados antropogênicos, em aglomerados, formando os chamados castanhais, os quais podem conter de poucas a centenas de castanheiras (MORI; PRANCE, 1990).

A origem antrópica dos castanhais amazônicos é uma hipótese subsidiada pela tendência de ocorrência de aglomerações de castanheiras próximas a evidências arqueológicas e/ou etnográficas de atividade humana em tempos passados (SHEPARD; RAMÍREZ, 2011; THOMAS et al., 2015). A alta densidade e o padrão de distribuição espacial agregado das árvores facilitam a atividade extrativista (WADT; KAINER; GOMES-SILVA, 2005). Embora os castanhais possam ser resultantes de plantios e/ou condução da regeneração natural no sistema de cultivo do tipo derruba-e-queima, praticado por indígenas no passado (THOMAS et al., 2015), o padrão de dispersão a curtas distâncias por roedores caviomorfos do gênero *Dasyprocta* sp. também poderia explicar o padrão agregado dos indivíduos adultos (HAUGAASEN et al., 2010). Outra abordagem que está sendo utilizada para fazer inferências sobre a atividade humana pré-colombiana na estrutura e

composição florística da floresta é a análise da frequência de ocorrência e abundância de espécies domesticadas na paisagem (p. ex. LEVIS et al., 2012; 2017; FRANCO-MORAES et al., 2019). Nesse caso, seria esperado maior proporção de espécies domesticadas nos castanhais em relação a áreas de floresta sob condições ambientais semelhantes, mas sem a presença de castanheiras.

Considerando o papel histórico, econômico e social dos castanhais nativos na Amazônia, este trabalho se propôs a avaliar dois importantes serviços ambientais: (i) manutenção da biodiversidade e (ii) estoque de biomassa arbórea viva e carbono acima do solo associados ao extrativismo de sementes da castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em um castanhal nativo no Sul de Roraima.

Essa dissertação está organizada em formato de artigo, a ser submetido à revista Acta Amazônica (Ciências Ambientais Qualis B1). O manuscrito apresenta dados que quantificam os serviços ambientais relativos à manutenção da biodiversidade e ao estoque de biomassa viva acima do solo em um castanhal nativo no sul de Roraima, para atender os seguintes objetivos específicos:

- a) Quantificar o estoque de biomassa viva acima do solo e carbono por área em um castanhal nativo e determinar a contribuição relativa da castanheira e de outras espécies domesticadas para o estoque estimado;
- b) Determinar a composição de espécies arbóreas em um castanhal nativo para propor alternativas para uso da floresta (outros produtos florestais não-madeireiros além da castanha) e avaliar a importância do castanhal para conservação de espécies raras ou sob algum grau de ameaça;
- c) Determinar, com base na literatura científica, os usos das espécies identificadas no castanhal e a contribuição relativa de espécies produtoras de produtos florestais não-madeireiros em relação aos estoques de carbono e seu valor monetário, considerando o valor atual de CO<sub>2eq</sub> no mercado voluntário de carbono.

A forte pressão sob as florestas tropicais tem desencadeado o aumento dos problemas ambientais no mundo todo e espera-se que aumente a disponibilidade para pagar pelos serviços ambientais associados a estratégias de gestão da floresta capazes de conciliar conservação e geração de renda e trabalho, e que o valor captado seja aproveitado para aperfeiçoar a inclusão social da população de forma sustentável.

1 **Quantification of environmental services associated to the**  
2 **management and conservation of native Brazil Nut tree groves in**  
3 **southern Roraima, Brazil**

4  
5 Flávia Abreu Paiva PINHEIRO<sup>1\*</sup>, Carolina Volkmer de CASTILHO<sup>1,2</sup>, Ricardo Oliveira  
6 PERDIZ<sup>3</sup>, Patrícia daCOSTA<sup>4</sup>

7 <sup>1</sup> Universidade Federal de Roraima-UFRR, Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Av. Nova  
8 Iorque - Aeroporto, Boa Vista - RR, 69310-010, Roraima, RR, Brasil.

9 <sup>2</sup> Embrapa Roraima, Rodovia BR 174 Km 8 s/n, RR, 69301-970, Boa Vista Roraima, RR, Brasil.

10 <sup>3</sup> Luz da Floresta, Rua Xiriana, 311, Aparecida, Boa Vista, RR, Brasil.

11 <sup>4</sup> Embrapa Meio Ambiente, Rodovia SP-340, Km 127,5, Tanquinho Velho, 13918-110, Jaguariúna, SP,  
12 Brasil.

13 \* Corresponding author: flavia\_abreu@hotmail.com  
14  
15

16 **ABSTRACT**

17 Environmental services are natural processes that guarantee species survival on the  
18 planet. In addition, they may provide goods and services that satisfy human needs.  
19 This study aims to quantify the environmental services related to biodiversity and the  
20 biomass stock of a native Brazil nut grove on the southern of Roraima. The study was  
21 carried out in an area of dense rainforest located in the municipality of Caracaraí. All  
22 trees (including palm trees) with a diameter greater than or equal to 10cm were marked,  
23 mapped, measured, and identified in 8 plots of 1 hectare distributed in an area of 4 km<sup>2</sup>  
24 to determine the biomass stock and species composition. A total of 243 species were  
25 identified, with *Arecaceae* as the most frequent family and *Oenocarpus bacaba* as the  
26 most abundant species. About 68.7% of species are considered rare (< 1 indiv/ha).  
27 Nine species are considered domesticated. The average stock of living tree biomass  
28 was 380.87 mg/ha. The *Bertholletia excelsa* species contributed significantly to the  
29 total biomass stock (40%), despite the low density, unlike other domesticated species.  
30 The species also had a higher carbon stock, thus presenting a higher monetary value  
31 (US\$ 691.90/ha). These data may contribute to valuations criteria and public policies  
32 development for ecosystem services payment in native Brazil nuts groves, elucidating  
33 the importance of Brazil nuts and Brazil nuts groves for biodiversity and  
34 sociodiversity conservation and carbon sequestration.

35

36 **KEYWORDS:** Biomass, Carbon, Non-time forests products, Domesticated

37 treespecies.



## 38 **Quantificação de serviços ambientais associados ao manejo e** 39 **conservação de castanhais nativos no sul de Roraima, Brasil**

40

### 41 **RESUMO**

42

43

44 Serviços ambientais são processos naturais que garantem a sobrevivência das espécies  
45 no planeta e têm a capacidade de prover bens e serviços que satisfazem necessidades  
46 humanas. Este estudo tem por objetivo quantificar os serviços ambientais relacionados  
47 à biodiversidade e ao estoque de biomassa de um castanhal nativo no sul de Roraima. O  
48 estudo foi realizado em uma área de floresta ombrófila densa localizada no município  
49 de Caracaraí. Todos os indivíduos arbóreos (incluindo palmeiras) com diâmetro maior  
50 ou igual a 10 cm foram marcados, mapeados, medidos e identificados em 8 parcelas  
51 de 1 hectare distribuídas em uma área de 4 km<sup>2</sup> para determinação do estoque de  
52 biomassa e da composição de espécies. Foram identificadas 243 espécies, sendo  
53 *Arecaceae* a família mais frequente e *Oenocarpus bacaba* a espécie mais abundante.  
54 Cerca de 68,7% das espécies registradas são raras (< de 1 indivíduos/ha). Nove  
55 espécies (incluindo a castanheira) são consideradas domesticadas. A média de estoque  
56 de biomassa arbórea viva foi de 380.87 Mg/ha. A espécie *Bertholletia excelsa*  
57 contribuiu significativamente para o estoque de biomassa total (40%), apesar da baixa  
58 densidade de indivíduos, diferentemente de outras espécies domesticadas, e também  
59 apresentou maior estoque de carbono, apresentando assim maior valor monetário (US\$  
60 691,90/ha). Estes dados podem contribuir para o desenvolvimento de critérios de  
61 valoração, bem como para o desenvolvimento de políticas públicas para o pagamento  
62 de serviços ambientais em castanhais nativos, elucidando a importância dos castanhais  
63 e da castanheira para a conservação da biodiversidade e da sociodiversidade e para o  
64 sequestro e estoque de carbono.

65

66 **PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa, Carbono, Produtos florestais não-  
67 madeireiros, Espécies arbóreas domesticadas.

68

69

### 70 **INTRODUÇÃO**

71

72 O termo “serviços ambientais” se refere às funções do meio ambiente que têm valor  
73 para a sociedade humana, mas que não são produtos físicos com mercados  
74 tradicionais, tais como a venda de madeira ou de produtos florestais não madeireiros.  
75 Embora existam muitos serviços ambientais, três grupos se destacam com relação à  
76 Floresta Amazônica: manutenção da biodiversidade, reciclagem de água e manutenção  
77 dos estoques de carbono, os quais evitam o aquecimento global. O pagamento

78 por serviços ambientais poderia prover uma alternativa sustentável aos atuais padrões  
79 destrutivos de uso da terra. O progresso em negociações para obter fluxos monetários  
80 tem avançado em relação ao papel da floresta na mitigação do efeito estufa (Fearnside  
81 2018).

82 A exploração de produtos florestais não madeireiros (PFNM) pode ser vista como uma  
83 atividade que contribui para a subsistência de moradores da floresta e agricultores  
84 locais (Mello et al. 2020), e garante a manutenção de serviços ambientais. O manejo  
85 sustentável de produtos florestais não madeireiros (PFNM) tem sido visto como uma  
86 alternativa para o desenvolvimento territorial pelo fato de conciliar o uso e a  
87 conservação das florestas. Esta visão estimulou o mercado para os PFNM, refletindo  
88 na intensificação do interesse pelo manejo das florestas para sua produção e  
89 impulsionou diversos estudos com diferentes focos e perspectivas a partir da década  
90 de 2000 (Arnolde Pérez 2001). Além da importância como mecanismo de conservação  
91 das florestas, o manejo sustentável de PFNM apresenta forte importância  
92 socioeconômica, pois fornece uma fonte alternativa de renda para populações rurais,  
93 prioritariamente em paisagens onde predominam pequenas propriedades rurais  
94 (Fiedler et al. 2008).

95 Quando se fala em PFNM na Amazônia, temos como maior exemplo dessa prática o  
96 extrativismo da semente da espécie *Bertholletia excelsa* Bonpl., popularmente  
97 conhecida como “castanheira-da-amazônia”, “castanheira-do-pará” ou “castanheira-  
98 do-brasil”, sendo algumas vezes tratada apenas como castanheira. A semente, que está  
99 dentro do ouriço(fruto) da castanheira, é muito apreciada pelo paladar amazônico e  
100 atualmente está entre os produtos, do extrativismo vegetal, mais exportados pelo  
101 Brasil (Batista et al. 2019), sendo matéria-prima de (e para) cosméticos, remédios, e  
102 para a indústria alimentícia em geral. O extrativismo da castanha é considerado uma

103 importante ferramenta socioambiental, em que a extração e processamento das  
104 castanhas, além de atuar como fonte de renda, promove também a conservação da  
105 floresta (Picanço e Costa 2019).

106 A castanheira é considerada uma espécie hiperdominante em termos de distribuição e  
107 abundância ao longo da Amazônia (Ter Steege et al 2013), sendo encontrada no Brasil  
108 nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Roraima e Mato Grosso (Catenacci et al. 2020;  
109 Mori e Prance 1990). Além do Brasil, países como o Peru e a Bolívia também contam  
110 com a presença dessa espécie em seu território (Oliveira et al. 2010).

111 A castanheira-do-Brasil ocorre, em geral, em manchas (castanhal) dentro da floresta,  
112 com a ocorrência de poucos até centenas de indivíduos, em áreas de solos pobres, bem  
113 estruturados e drenados, argilosos ou argilo-arenosos (Camargo et al. 2000). Seu porte  
114 majestoso, podendo atingir até 60 m de altura e 5 m de diâmetro (Salomão 2014),  
115 representa grande acúmulo de biomassa e carbono. De fato, foi considerada a terceira  
116 espécie de árvore que mais contribui para o estoque de carbono na Amazônia (Fauset et  
117 al. 2015). A castanheira é uma espécie protegida por lei (Decreto nº 5.975 de  
118 30/11/2006) por ser considerada uma espécie vulnerável.

119 A maioria dos estudos realizados em castanhais tem como foco as castanheiras e a  
120 produção de ouriços/castanhas devido à importância socioeconômica da espécie.  
121 Pouco se sabe sobre quais outras espécies arbóreas estão presentes no castanhal, qual  
122 o potencial para exploração de outros produtos florestais não-madeireiros e o  
123 potencial mitigador de mudança climática através de fluxos e estoques de carbono.  
124 Neste sentido, este estudo teve por objetivo quantificar os serviços ambientais  
125 relacionados à manutenção da biodiversidade e ao estoque de biomassa de um  
126 castanhal nativo. A partir de um inventário de espécies arbóreas realizado no  
127 castanhal foi determinado o estoque de biomassa e a composição florística de

128 espécies arbóreas para avaliar a contribuição relativa da castanheira, espécies  
129 domesticadas, espécies raras e vulneráveis e outras espécies de importância econômica  
130 para a manutenção dos estoques de biomassa e riqueza de espécies.

131

132

## 133 **MATERIAL E MÉTODOS**

134

135

### 136 **ÁREA DE ESTUDO**

137

138

139 O estudo foi realizado em uma área de floresta ombrófila densa (IBGE 2012),  
140 localizada na reserva legal da Fazenda Pau Rainha, região do projeto de assentamento  
141 Itã II, Município de Caracaraí-RR (01°48'58,0'' N e 61°07'41,0'' W). Na área, a  
142 Embrapa Roraima instalou e mantém, desde 2006, duas parcelas de 9 hectares  
143 (300m x 300m) para monitoramento de longo prazo da produção de frutos e dinâmica  
144 populacional da castanheira. Atualmente as parcelas integram o sítio de amostragem  
145 do PELD FORR (Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração – Florestas de  
146 Roraima) (Figura 1).

147 O projeto de assentamento Itã foi criado em 1995 e a área onde as parcelas foram  
148 instaladas não é utilizada para exploração madeireira há 30 anos (J. Lopes,  
149 comunicação pessoal). No entanto, o castanhal estudado está sujeito aos efeitos do  
150 processo de fragmentação florestal na região, estando cercado por lotes de projeto de  
151 assentamento rural (Tonini e Baldoni 2019). Nas áreas de borda (contato castanhal e  
152 áreas desmatadas) têm-se observado o aumento da mortalidade de árvores emergentes  
153 e proliferação de espécies características de sucessão secundária.

154 Segundo a classificação de Köppen, a região possui clima tipo Af, tropical úmido ou  
155 superúmido, sem estação seca, com precipitação média anual entre 1700-2000 mm, e

156 temperatura média anual de 28°C. As chuvas são mais frequentes entre abril e agosto,  
157 sendo setembro caracterizado como mês de transição por apresentar redução marcante  
158 na precipitação. O período caracteristicamente seco ocorre entre novembro e março,  
159 com o mês mais seco tendo precipitação média maior ou igual a 60 mm (Barbosa  
160 1997). O solo predominante é do tipo Argissolo amarelo e Argissolo vermelho-  
161 amarelo (Pedrozo et al. 2015).

162

## 163 COLETA DE DADOS

164

165 Cada parcela de 9 hectares foi subdividida em 8 sub-parcelas de 1 hectare, tendo sido  
166 selecionadas 4 sub-parcelas/parcela as quais foram consideradas como amostras  
167 independentes nesse estudo, totalizando ao final 8 parcelas de 1 hectare. A distância  
168 mínima entre as parcelas selecionadas para as análises foi de 100m. Todos os  
169 indivíduos arbóreos (incluindo palmeiras) com diâmetro a altura do peito (DAP)  $\geq 10$   
170 cm presentes nas parcelas foram marcados com placas numeradas de alumínio e  
171 mensurados (diâmetro e altura) conforme Silva et al. (2005). O CAP (circunferência à  
172 altura do peito) foi medido com auxílio de fita métrica a 1,30 m do solo e  
173 posteriormente convertido em diâmetro. Na presença de sapopemas, raízes escoras ou  
174 deformidades, a medida de diâmetro foi deslocada para seções mais cilíndricas do  
175 caule e o ponto de medida foi anotado e marcado de forma permanente com uso de  
176 tinta. Para tomada de medida da altura total (em metros) foram sorteados 50  
177 indivíduos por parcela. Para a seleção dos indivíduos foram adotadas as seguintes  
178 recomendações de Sullivan et al. (2018): (i) selecionar primeiramente os 10  
179 indivíduos com maior DAP em cada parcela e, (ii) estratificar por classes de diâmetro  
180 o restante dos indivíduos da parcela para selecionar, no mínimo, 10 indivíduos por  
181 classe. A mensuração da altura foi feita sempre pelo mesmo observador e com uso de

182 um Hipsômetro Vertex Laser Geo (Haglof 2021).  
183 A identificação botânica foi realizada mediante inventário florístico conduzido com  
184 auxílio de um parobotânico experiente. As amostras de ramos foram prensadas e secas  
185 em estufa (70 °C) por 48 horas. Primeiramente as espécies foram delimitadas e  
186 separadas em morfotipos, a partir da inspeção visual de caracteres morfológicos do  
187 tronco (observação feita no campo) e das folhas (exsicatas). Uma vez que o processo  
188 de delimitação de morfotipos é muito subjetivo (GOMES et al., 2013), todas as  
189 amostras foram analisadas por um único observador. Em seguida, as amostras  
190 (morfotipos) foram identificadas: (i) por comparação com as exsicatas disponíveis  
191 nos herbários da UFRR ou MIRR (ii) consulta a especialista e (iii) literatura  
192 especializada. As exsicatas férteis foram depositadas no herbário da UFRR e as  
193 amostras estéreis foram armazenadas no Laboratório de Floresta e Agrofloresta da  
194 Embrapa Roraima, conforme realizado por Condé e Tonini (2013). Para corrigir e  
195 padronizar o nome das espécies foi utilizado o aplicativo Taxonomic Name  
196 Resolution Service v5.0 disponível em <https://tnrs.biendata.org/>. Para classificação das  
197 famílias foi utilizado o sistema APG IV (2016).

198

199

## 200 ANÁLISE DE DADOS

201

202

203 Para cada uma das 8 parcelas foram determinadas a riqueza de espécies, a composição  
204 florística e o estoque de biomassa arbórea viva acima do solo.

205

206

### 207 Composição florística

208

209

210 A partir dos dados dos inventários foi calculado o índice de valor de importância (IVI)  
211 de cada espécie, o qual reflete a importância ecológica da espécie na comunidade. O

212 IVI é calculado como o somatório da densidade relativa, frequência relativa e  
213 dominância relativa (expressa em termos de área basal) de cada espécie (Curtis e  
214 Mcintosh 1950).

215 As espécies identificadas foram classificadas quanto à categoria de abundância  
216 (comum e rara), ao uso (madeireiro e não-madeireiro), domesticação e grau de ameaça  
217 através de consulta à literatura especializada. Para a classificação de espécies  
218 domesticadas utilizou-se a lista compilada por Levis (2018). Para verificar quais  
219 espécies presentes no castanhal estudado constam na lista vermelha como espécie  
220 ameaçada ou vulnerável foi realizada uma consulta aos portais CNCflora  
221 (<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>) e IUCN (<https://www.iucn.org/>).

222 As espécies foram classificadas, quanto às categoria de abundância em:  
223 comuns ( pelo menos 1 indivíduo/ha) e raras (menos de 1 indivíduo/ha) de acordo com  
224 Pitman et al. (2001). A classificação do uso das espécies como madeireiro ou não  
225 madeireiro foi feita com base em Selaya et al. (2017), Cysneiros et al. (2018) e Coelho  
226 et al. (2021).

227

228

229 Biomassa viva e estoque de carbono

230

231

232 Para estimar o estoque de biomassa viva acima do solo utilizou-se a equação de Chave  
233 et al. (2014). Trata-se de um modelo alométrico baseado na regressão de uma variável  
234 dependente, isto é, a biomassa viva acima do solo, identificado na fórmula como AGB,  
235 em função de uma ou várias variáveis independentes. As variáveis independentes  
236 incluídas são diâmetro do fuste (D) em cm, densidade específica da madeira ( $\rho$ ) em  
237  $\text{g/cm}^3$ , altura da árvore (H) em m ou uma combinação dos mesmos. Assim tem-se a  
238 seguinte equação:

239

240

$$\text{Ln (AGB)} = \alpha + \beta \ln (\rho \times D^2 \times H) + \epsilon$$

241

242

243

244 Onde  $\alpha$  e  $\beta$  são coeficientes do modelo (derivados da regressão dos mínimos245 quadrados),  $\epsilon$  é um termo de erro. Conforme detalhado anteriormente, o DAP foi

246 obtido em campo para todos os indivíduos, enquanto que a densidade da madeira foi

247 obtida após consulta em literatura (Zanne et al., 2009). Por sua vez, a altura foi obtida

248 para um grupo de indivíduos, foi definida uma sub-amostra (n=400 indivíduos),

249 conforme descrito no item “Coleta de Dados”, sendo que a a altura dos indivíduos

250 restantes foi estimada com uso de uma relação hipsométrica desenvolvida localmente

251 a partir de medidas de altura e diâmetro obtidos em campo de 50 indivíduos/parcela.

252 Foram testados quatro modelos diferentes (log1, log2, Weibull e Michaelis-Menten) e

253 aquele com menor valor de RSE (erro padrão residual) foi selecionado para as

254 estimativas de altura das árvores não-medidas (Apêndice A).

255 Para quantificar os estoques de carbono, o fator 0,47 foi utilizado para converter as

256 estimativas de biomassa viva em carbono (Martin e Thomas 2011). A estimativa de

257 carbono armazenado em cada espécie foi posteriormente transformada em CO<sub>2</sub>-eq ao258 multiplicar o valor de carbono por 3,67, ou seja, a razão entre a massa molar de CO<sub>2</sub> e

259 C(Watson et al. 2000). Foi utilizado o preço de referência de US\$ 2.51 por 1 tonelada

260 de CO<sub>2</sub>-eq, com base nos preços de mercado de 2020261 (<https://www.ecosystemmarketplace.com/publications/state-of-the-voluntary-carbon>

262 markets-2021/), para calcular a receita potencial de carbono armazenado nos

263 principais táxons utilizados como PFNM.

264 Todas as análises foram realizadas com uso do Software R 4.1.1(R Core Team 2021).

265 Para as estimativas de biomassa e o desenvolvimento de modelos hipsométricos, foi



266 utilizado o pacote “BIOMASS” (Réjou- Méchain et al. 2017).

267

268

## 269 **RESULTADOS**

270

271

272

### 273 **COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA**

274

275

276 No total foram amostrados 3.370 indivíduos distribuídos em 241 morfoespécies (147  
277 identificadas a nível de espécies e 94 morfotipos), 129 gêneros e 47 famílias botânicas  
278 (Apêndice B). O número total de indivíduos, número de espécies, abundância de  
279 castanheiras e de espécies domesticadas em cada parcela estão expressos na Tabela 1.

280 A família botânica que apresentou maior número de indivíduos foi a Arecaceae (664),  
281 seguida de Lecythidaceae (372), Burseraceae (301), Moraceae (280) e Fabaceae (272),  
282 que juntas representam 56,15% dos indivíduos. Com relação à riqueza, a família com  
283 maior número de espécies foi a Fabaceae (39 espécies), seguida de Lauraceae (17  
284 espécies) e Burseraceae (16 espécies). As dez espécies mais abundantes foram:  
285 *Oenocarpus bacaba* (329), *Eschweleira sp.5* (223), *Euterpe precatória* (167), *Protium*  
286 *altissimum* (139), *Geissospermum argenteum* (121), *Siparuna guianensis* (120),  
287 *Bertholletia excelsa* (99) e *Attalea maripa* (97), que em conjunto representaram 44%  
288 do total de indivíduos.

289 O índice de valor de importância é o somatório dos parâmetros relativos de densidade,  
290 dominância e frequência das espécies amostradas, informando a importância ecológica  
291 da espécie em termos de distribuição horizontal (Souza 2009). Conforme observado  
292 na Figura 2 a espécie com maior IVI (%) foi a *Bertholletia excelsa* (11,96%). Isto se  
293 deve ao fato de que a espécie apresentou os maiores diâmetros do fuste (>100cm) e  
294 maiores alturas (>50 m), o que implica em uma maior área basal.

295 Cerca de 166 espécies, o que equivale a 69,2% do total de espécies identificadas,  
296 apresentaram em média menos de 1 indivíduo/ha, sendo assim consideradas espécies  
297 raras. Espécies comuns representaram, 30,8 % do total de espécies registradas. Apenas  
298 duas espécies presentes no castanhal estudado foram classificadas como vulneráveis:  
299 *Bertholletia excelsa* e *Mezilaurus itauba*, espécie de uso madeireiro.

300  
301 Tomando como base a lista de espécies domesticadas apresentada por Levis (2018),  
302 além da *Bertholletia excelsa*, registramos a ocorrência de outras 8 espécies  
303 domesticadas, são elas: *Astrocaryum aculeatum*, *Caryocar villosum*, *Euterpe*  
304 *precatória*, *Inga laurina*, *Atallea maripa*, *Oenocarpus bacaba*, *Oenocarpus bataua* e  
305 *Theobroma subincanum*, que correspondem a aproximadamente 23% (785/3370) do  
306 total de indivíduos registrados no castanhal estudado.

307  
308

#### 309 ESTOQUE DE BIOMASSA VIVA

310  
311

312 A biomassa arbórea viva variou de 314.67 a 514.35 Mg/ha (Figura 3A), a biomassa  
313 das castanheiras variou de 77.06 a 270.72 Mg/ha (Figura 3B) e a biomassa das  
314 espécies domesticadas (excluindo a castanheira) variou de 7.45 a 53.06 Mg/ha (Figura  
315 3C). A biomassa arbórea da parcela foi correlacionada significativamente ( $r^2=0.88$ )  
316 com a biomassa de castanheiras (Figura 4A). Não foram observadas correlações  
317 significativas entre a biomassa arbórea total e a biomassa das espécies domesticadas,  
318 excluindo a castanheira (Figura 4B) ou entre a biomassa da *Bertholletia excelsa* com a  
319 biomassa das outras espécies domesticadas (Figura 4C). Em média, em conjunto, as  
320 espécies domesticadas contribuíram com quase 50% do valor de biomassa total, sendo  
321 que somente a biomassa de castanheiras contribuiu com mais de 40% do valor de  
322 biomassa da parcela, embora essa espécie represente apenas cerca de 3% dos

323 indivíduos(Tabela 2).

324 A análise da estrutura diamétrica mostrou que, em média, mais de 60% dos indivíduos  
325 encontram-se na classe de diâmetro entre 10-20 cm, a qual representa menos de 10%  
326 da biomassa da parcela. Árvores de grande porte (classe de diâmetro >100 cm)  
327 representam, em média 1% dos indivíduos, mas estocam mais de 40% da biomassa de  
328 1 hectare (Figura 5). A estrutura diamétrica da castanheira, por outro lado, é  
329 caracterizada por 40% dos indivíduos possuírem diâmetro maior do que 80 cm, o que  
330 explica a importância da *Bertholletia excelsa* para o estoque de biomassa na área de  
331 estudo.

332

333

334 IMPORTÂNCIA DAS ESPÉCIES FORNECEDORAS DE PRODUTOS  
335 FLORESTAIS NÃO-MADEIREIROS PARA A MANUTENÇÃO DOS ESTOQUES  
336 DE CARBONO

337

338

339 A partir dos dados dos inventários foi calculada a densidade média (número de  
340 indivíduos/ha) e a quantidade média de carbono (carbono/ha) estocado nas diferentes  
341 espécies encontradas nas oito parcelas. Apenas 28 espécies apresentaram estoque de  
342 carbono maior ou igual a 1 tonelada/ha (Figura 6), dentre elas estão quatro espécies  
343 produtoras de PFNM (*Astrocaryum aculeatum*, *Atallea maripa*, *Oenocarpus bacaba* e  
344 *Siparuna decipiens*). Dentre todas as espécies, a castanheira destaca-se como  
345 detentora dos maiores valores de carbono/ha. O estoque de carbono da castanheira não  
346 está relacionado com a sua abundância (Figura 7). Para as demais espécies (excluindo  
347 a castanheira), observou-se uma relação significativa entre abundância e estoque de  
348 carbono ( $F_{1,228}=261.3$ ,  $P < 0.0001$ ,  $r^2=0.53$ ). Ou seja, quanto maior a abundância da  
349 espécie maior é o seu estoque médio de carbono/ha.

350 Na Tabela 3 é apresentada a valoração dos estoques de carbono, das espécies  
351 produtoras de PFNM, o qual consiste na conversão do carbono em CO<sub>2</sub>eq, a um preço  
352 de US\$ 2.51 por 1 tonelada. Observa-se que a espécie *Bertholletia excelsa* obteve  
353 maior valor monetário (US\$ 691,90/ha), seguido das espécies *Oenocarpus bacaba*  
354 (US\$ 49,64/ ha) e *Attalea maripa* (US\$ 27,04/ha).

355  
356  
357  
358  
359  
360

## DISCUSSÃO

361 Com o inventário florístico foi possível observar, que um castanhal, além da  
362 castanheira, abriga uma grande riqueza de espécies (239). O número de espécies  
363 arbóreas (incluindo palmeiras) registrados, está dentro da faixa de variação dos  
364 valores de riqueza encontrados em outras áreas de floresta na Amazônia. Fernandes et  
365 al. (2020) em um estudo em duas áreas de floresta de terra firme no Estado do Pará,  
366 inventariaram 202 espécies; Andrade et al (2017), encontraram 192 espécies em área  
367 de floresta de terra firme em Rondônia; e Alarcón e Peixoto (2008), registraram 192  
368 espécies em área de floresta de terra firme no município de Caracaraí-RR. Também  
369 observamos que, apenas cinco famílias botânicas concentraram mais da metade  
370 (57,81%) dos indivíduos. Este resultado está de acordo com estudos realizados em  
371 áreas próximas e em outras áreas de floresta ombrófila na Amazônia. Condé e Tonini  
372 (2013), em um estudo fitossociológico em floresta ombrófila densa em Caracaraí-RR,  
373 observaram que as famílias mais ricas respondem por 52% do total de indivíduos (3  
374 famílias). Enquanto Santos et al. (2017), em uma floresta de terra firme no Amapá,  
375 observaram que 54,16% do total das espécies amostradas é composto por indivíduos  
376 das famílias mais ricas (9 famílias). Finalmente, verificamos que a família Fabaceae foi  
377 a mais representativa em número de espécies, apresentando 39 espécies, resultado que

378 está de acordo com Condé e Tonini (2013), que observaram a ocorrência de 33  
379 espécies nesta família.

380 A Arecaceae apresentou-se como a família com o maior número de indivíduos, assim  
381 como observado no estudo de Andrade et al. (2017) em floresta de terra firme no  
382 Estado de Rondônia. A família Arecaceae é de grande importância para conservação e  
383 preservação de uma floresta, pois as palmeiras exercem papel fundamental para o  
384 equilíbrio do ecossistema, servindo como fonte de alimentação para seres humanos e  
385 animais, destacando-se ainda seu papel medicinal, sociocultural e econômico (Souza  
386 2019).

387  
388 Piva et al. (2020) em um estudo utilizando base de dados oriunda dos inventários  
389 florestais desenvolvidos pelo Projeto RADAMBRASIL em área de floresta ombrófila  
390 ao longo da bacia Amazônica, verificaram que a castanheira apresenta-se como terceira  
391 espécie de maior IVI (%). De outro lado, Condé e Tonini (2013) em estudo conduzido  
392 em área de floresta ombrófila no mesmo município em que este estudo foi conduzido,  
393 constataram que *B. excelsa* ocupa a sétima colocação quando analisado o IVI, com  
394 valor de 5,8%. Estes dados demonstram o que já está cristalizado em literatura acerca  
395 da ampla distribuição da espécie ao longo da bacia Amazônica, apresentando-se como  
396 uma espécie relevante em termos de densidade, dominância e frequência em toda a  
397 bacia (Muller et al.1995; Mori e Prance, 1990 ; Fauset et al. 2015), mas com  
398 distribuição espacial agregada, de modo que estudos de menor escala podem registrar  
399 um espectro de valores de IVI que refletem variações de ocorrência (presente ou  
400 localmente ausente) e densidade (florestas com poucos indivíduos até castanhais onde  
401 a espécie ocorre em maior frequência) (Wadt et al 2005; Tonini et al 2008; Salomão  
402 2009). Neste sentido, em castanhais a espécie, em razão de suas características  
403 estruturais, apresenta maior peso ecológico dentro da comunidade e é aquela que

404 demonstra o maior sucesso em explorar os recursos de seu habitat (Melo 2004).

405 O percentual de espécies raras (69,2%) foi equivalente ao que é comumente descrito  
406 em outros trabalhos realizados na Amazônia, cujos valores percentuais variam entre  
407 40-60% (Silva et al. 2010; Carim et al.,2013; Oliveira et al., 2015).

408 Conforme mencionado as espécies *Bertholletia excelsa* e *Mezilaurus itauba*, estão  
409 inclusas na lista vermelha da IUCN desde 1998 e na lista vermelha do CNCFlora desde  
410 2012, em ambos os casos descritas como vulneráveis. *Mezilaurus itauba* está entre as  
411 principais espécies comercializadas pelos estados que abastecem o setor madeireiro em  
412 território nacional (Ribeiro et al. 2016), pois se destaca quanto ao seu potencial  
413 volumétrico (Matos e Serrano 2019). O extrativismo e a redução e destruição do habitat  
414 em que ocorre são ameaças potenciais para declínio no número de indivíduos e de  
415 subpopulações. Observou-se um declínio populacional de pelo menos 30% nos últimos  
416 150 anos e a tendência é que a espécie se torne cada vez menos frequente se não forem  
417 tomadas medidas para sua conservação (CNCflora, 2012). Por sua vez, a espécie  
418 *Bertholletia excelsa*, também em estado de vulnerabilidade, encontra-se amplamente  
419 distribuída na Amazônia e sofre forte pressão do extrativismo de suas sementes, que  
420 somado a outras ameaças como: exploração madeireira ilegal, lembrando que a  
421 castanheira é um espécie protegida por lei (Brasil, 2006), redução e qualidade do seu  
422 habitat, ameaça dos seus polinizadores e expansão de atividades agropecuárias, colocam  
423 suas populações em risco, com estimativas de redução populacional de pelo menos 30%  
424 nos próximos 100 anos (CNCflora, 2012).

425 O conhecimento sobre a composição florística do castanhal em estudo faz-se  
426 importante para que seja possível propor medidas para sua preservação e conservação  
427 de espécies, promovendo, assim, a manutenção da biodiversidade. Segundo Fearnside  
428 (1999), a manutenção da biodiversidade é um serviço que tem dois tipos de

429 benefícios: “utilitários” e “não utilitários”. Nos utilitários, está incluído a reserva de  
430 material genético, a reserva de compostos químicos, e as funções de polinização e  
431 outros benefícios às atividades agrícolas e florestais (Potts et al. 2016). De outro lado,  
432 os serviços não utilitários incluem o valor de existência que a sociedade considera  
433 importante manter por razões científicas, éticas e religiosas.

434 As espécies domesticadas contribuíram significativamente para o número total de  
435 indivíduos amostrados (23,03%), porém com pouca representatividade em termos de  
436 número de espécies, na medida em que foram elencadas apenas nove espécies  
437 domesticadas no presente estudo. Destaca-se que entre estas nove espécies  
438 domesticadas, cinco são palmeiras, que são os indicadores mais frequentemente  
439 percebidos em estudos de paisagem que visam mostrar a influência humana no meio  
440 ambiente amazônico e na concentração de espécies arbóreas úteis. Por exemplo,  
441 estudos sobre os Nukak, povo indígena nômade de hábito caçador-coletor que vive na  
442 floresta úmida tropical, na Amazônia colombiana, demonstraram a ocorrência de ilhas  
443 cultivadas no interior da floresta contendo palmeiras, cuja formação pode ter sido  
444 iniciada há 9.000 anos BP (Oliver 2008; Politis 2009).

445 A promoção do desenvolvimento sustentável da floresta mediante a extração de  
446 produtos florestais não madeireiros é conhecida com uma estratégia para manutenção  
447 da floresta em pé. Neste sentido, observou-se que outras espécies domesticadas têm  
448 potencial para a exploração de PFNM, dentre elas podemos destacar: o açaí de terra  
449 firme (*Euterpe precatória*), uma espécie, cujo “vinho” extraído da polpa vendido para  
450 o consumo imediato da população ou comercializado como polpa industrializada  
451 congelada. Além do “vinho”, a antocianina, flavonóide presente na polpa e com ação  
452 antioxidante, pode ser utilizado como corante natural, e apresenta-se como outro  
453 produto obtido a partir das sementes do açaí, com emprego nas indústrias

454 farmacêuticas, cosméticas e alimentícias (Bezerra 2016). Rocha (2004), em um estudo  
455 sobre o potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro em áreas extrativistas  
456 no Acre concluiu que a espécie possui características ecológicas favoráveis para seu  
457 manejo sustentável, tais como alta densidade e frequência, regeneração abundante e  
458 grande produção de frutos. A espécie *Atallea maripa*, conhecida popularmente por  
459 Inajá, é uma palmeira oleaginosa da qual extrai-se o palmito para alimentação,  
460 humana e de animais (Shanley et al. 2010), da polpa do fruto é possível fabricar  
461 cosméticos e sabão vegetal (Miranda et al. 2001). *Oenocarpus bacaba*, também é uma  
462 palmeira oleaginosa da Amazônia, é utilizada principalmente para a produção de  
463 “vinho” e para a extração de um óleo comestível, semelhante ao azeite de oliva e o  
464 palmito (Queiroz e Bianco, 2009). A espécie *Astrocaryum aculeatum*, conhecida como  
465 Tucumã, tem um aproveitamento muito amplo. Os estipes são aproveitados na  
466 construção civil e na fabricação de aros; das folhas é possível extrair uma fibra que  
467 possibilita a confecção de redes para dormir e redes de pesca; o fruto é comercializado  
468 e utilizado em diferentes pratos na Amazônia; da semente é possível fabricar biodiesel,  
469 entre outras utilidades (Costa et al. 2005). Por fim, a espécie *Theobroma subincanum*,  
470 conhecida como Cupuí, possui uma grande importância econômica alimentícia, na  
471 medida em que sua polpa pode ser consumida *in natura*, e pode ser utilizada na  
472 fabricação de um chocolate caseiro (Rivas et al. 2013). A promoção do manejo deste e  
473 de outros PFSM, pode contribuir para a manutenção da diversidade cultural de  
474 populações que vivem nas florestas tropicais na Amazônia, garantindo sua segurança  
475 e soberania alimentar e fornecendo renda extra com a diversificação da  
476 produção. Segundo Diegues (2000), a sobrevivência da diversidade cultural das  
477 populações que vivem nas regiões tropicais, depende, em grande medida, do uso de  
478 produtos florestais não-madeireiros (PFSM).



479 A estimativa de biomassa deste estudo pode ser comparada a outros estudos relevantes  
480 realizados em Roraima, dentre os quais destacam-se os estudos de Barbosa et al.(2010)  
481 e Barni et al (2016). Barbosa et al. (2010) apresentam um mapa de biomassa para  
482 Roraima baseado nos dados do RADAMBRASIL, e a biomassa estimada para áreas de  
483 floresta ombrófila densa apresentou valores inferiores aos obtidos neste estudo. De outro  
484 lado, Barni et al. (2016), modelaram a distribuição espacial e estimaram o estoque  
485 total original da biomassa florestal do Estado de Roraima a partir de dados de  
486 inventários florestais espacializados obtidos em literatura. Os autores estimaram valor  
487 de biomassa total para a fitofisionomia Floresta Ombrófila densa superior ao  
488 observado no presente estudo (Tabela 4).

489 Notadamente há diferenças florísticas e estruturais entre estas florestas, e a ocorrência  
490 de *Bertholletia excelsa* e de outras espécies domesticadas, parece atuar como  
491 característica distintiva, contribuindo para maiores estoques de biomassa nos  
492 castanhais, e conseqüentemente maior estoque de carbono. Destaca-se que mesmo a  
493 castanheira representando apenas 3% do total de indivíduos, ainda assim contribuiu  
494 com 40% do valor total de biomassa, isso se deve ao fato de que a espécie apresentou  
495 grandes valores em diâmetro e altura, o que implica diretamente na estimativa de  
496 biomassa.

497 Quanto a estimativa de carbono, somente 28 espécies apresentaram estoque maior ou  
498 igual a 1 tonelada/hectare, dentre elas estão 4 espécies produtoras de PFNM. Verifica-  
499 se que a castanheira foi a que apresentou maior valor de estoque de carbono e que o  
500 mesmo não tem relação com a sua abundância. Filho et al. (2011), em um estudo de  
501 quantificação de estoques de biomassa e carbono em floresta ombrófila no Mato  
502 Grosso, também observaram que apesar da espécie *Bertholletia excelsa* não  
503 apresentar-se como a espécie com maior número de indivíduos, encontra-se entre as 3

504 espécies com maiores estoques de biomassa e carbono.  
505 A partir das estimativas geradas sobre as quantidades de carbono fixadas por hectare  
506 de cada espécie produtora de PFM, foi possível estimar a quantidade de CO<sub>2</sub>eq, e  
507 assim determinou-se o valor monetário do carbono estocado. Nota-se, que a  
508 castanheira apresentou valor muito superior quando comparado com as demais  
509 espécies. Com estes dados de valor monetário das espécies produtoras de PFM é  
510 possível promover o pagamento pelo serviço ambiental de retenção ou captação de  
511 carbono (Wunder et al. 2009), apresentando grande potencial de gerar novas fontes de  
512 recursos para a conservação da biodiversidade e melhorar os meios de sustento das  
513 comunidades locais (Lima et al.2020). Fearnside (2010) aponta que para tornar  
514 realidade a substituição da economia atual, que se baseia na destruição da floresta, por  
515 uma baseada na manutenção da floresta em pé, faz-se necessário diminuir as  
516 incertezas na quantificação e atribuição dos serviços e na interpretação de números em  
517 termos de políticas públicas e benefícios locais, nacionais e globais.

518  
519

## 520 **CONCLUSÕES**

521

522

523 O castanhal nativo apresentou riqueza de espécies arbóreas semelhante a outros  
524 estudos conduzidos em florestas ombrófilas na Amazônia. Embora a castanheira  
525 represente apenas uma pequena proporção do número de indivíduos total, apresenta-se  
526 como espécie de maior índice de valor de importância (IVI %).

527 A castanheira contribuiu significativamente para o estoque de biomassa viva total e  
528 apresentou o maior valor de estoque de carbono, quando comparada com outras  
529 espécies produtoras de PFM.

530 Em conjunto, os resultados referentes a composição de espécies e as estimativas de

531 biomassa demonstram a relevância dos castanhais e da castanheira para a conservação  
532 da biodiversidade e da sociodiversidade e para o sequestro e estoque de carbono.  
533 A castanheira foi a espécie que apresentou maior valor monetário quando convertido o  
534 estoque de carbono em CO<sub>2eq</sub>, seguido das espécies *Oenocarpus bacaba* e *Attalea*  
535 *maripa*. Este resultado mostra-se promissor a medida que pode contribuir para o  
536 desenvolvimento de critérios de valoração, bem como de políticas públicas para o  
537 pagamento de serviços ambientais em castanhais nativos.

538

539

#### 540 **AGRADECIMENTOS**

541

542

543 Este trabalho foi financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
544 (EMBRAPA) através do Projeto Integrado para a Produção e Manejo Sustentável do  
545 Bioma Amazônia, ou simplesmente Projeto Integrado para Amazônia (PIAmaz),  
546 coordenado pela Embrapa e financiado pelo Fundo Amazônia através do Banco  
547 Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) [Projetos componentes:  
548 MFE\_Amazon- “Manejo florestal e extrativismo: criando referências para o  
549 desenvolvimento territorial na Amazônia” (SEG: 44.17.01.003) e +Sementes–  
550 “Fortalecimento da cadeia produtiva de sementes e mudas na Amazônia” (SEG:  
551 14.17.01.001)]. O castanhal estudado integra o sítio de Pesquisas Ecológicas de Longa  
552 Duração PELDFORR (CNPq/PELD Processo: 441575/2016-1). F.A.P.P. recebeu bolsa  
553 de mestrado (CAPES) durante a realização desse estudo.

554 Os autores agradecem a Antônio Tavares, Wicles Santos Batista, Maria Manuela B.  
555 Geraldes, Fernando Barreto Diógenes de Queiróz e José de Anchieta Moreira da Costa  
556 pela valiosa participação na coleta de dados em campo. E ao Arthur Citó pela  
557 elaboração do mapa da área de estudo.

558

559 **REFERÊNCIAS**

560

561 Alarcón, J.G.S.; Peixoto, A.L.2007. Florística e fitossociologia de um trecho de  
562 um hectare de floresta de terra firme, em Caracaraí, Roraima, Brasil. *Boletim*.  
563 *Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, 2: 33-60.

564

565 Andrade, R.T.G.; Pansini, S.; Sampaio, A.F.; Ribeiro, M.S.; Cabral, G.S.; Manzatto,  
566 A.G.2017. Fitossociologia de uma floresta de terra firme na Amazônia Sul-Occidental,  
567 Rondônia, Brasil. *Biota Amazônia*,7:32-43.

568

569 Arnold, J.E.M.; Pérez, M.R. 2001. Can non-timber forest products match tropical  
570 forest conservation and development objectives? *Ecological Economics*, 39: 437-447.

571

572 Barbosa, R. I. 1997. *Distribuição das chuvas em Roraima*. In: Barbosa, R. I; Ferreira, E.  
573 J. G.; Castellón, E. G. (Ed.). *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de*  
574 *Roraima*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas, p.  
575 325-335.

576

577 Barbosa, R.I.; Keizer, E.H.; Pinto, F.S.; 2010. *Ecosistemas terrestres de Roraima:*  
578 *áreas modelagem espacial da biomassa*. In: Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia,  
579 Femact, 347-368.

580

581 Barni, P.E.; Manzi, A.O.; Condé, T.M.; Barbosa, R.I.; Fearnside, P.M.2016. Spatial  
582 distribution of forest biomass in Brazil's state of Roraima, northern Amazonia.  
583 *Forest Ecology and Management*, 377: 170–181.

584

585 Barbosa, R.I.; Ferreira, C.A.C. 2004. Biomassa acima do solo de um ecossistema de  
586 “campina” em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. *Acta amazônica*, 34: 577 – 586.

587

588 Batista, A. P. B.; Scolforoc, H.F.; Melloa, J.M.; Guedes, M.C.; Terra, M.C.N.S.; Scalon,  
589 J.D. 2019. Spatial association of fruit yield of *Bertholletia excelsa* Bonpl. trees  
590 in eastern Amazon. *Forest Ecology and Management*, 441: 99–105.

591

592 Bezerra, V. S.; Silva, O. F.; Damasceno, L. F.; 2016. Açaí: produção de frutos,  
593 mercado e consumo. In: Jornada Científica, 2. *Anais*. Brasília: Embrapa.

594

595 Brasil. 2006. Decreto n. 5.975. *Diário Oficial da República Federativa de*  
596 *Brasil*, Brasília, DF .2006. Sec. 1: 1-3.

597

598 Carim, M. J. V.; Guillaumet, J.L.B; Guimarães, J.R.S.; Tostes, L.C.L. 2013.  
599 *Composição e Estrutura de Floresta Ombrófila Densa do extremo Norte do Estado*  
600 *do Amapá, Brasil. Biota Amazônia*, 3: 1–10.

601

602 Camargo, I.P.; Castro, E.M.; Gavilanes, M. L. 2000. Aspectos da anatomia e  
603 morfologia de amêndoas e plântulas de castanheira-do-Brasil. *Cerme*, 6: 11- 18.

604

605 Catenacci, F.S.; Ribeiro, M.; Smith, N.P.; Cabello, N. B. 2020. *Bertholletia* in Flora do Brasil  
606 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

- 607 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>) Acesso em: 11 /03/2022.  
608
- 609 Chave, J.; Réjou-Méchain ,M.; Búrquez , A.; Chidumayo , E.; Colgan , M.; Delliti,  
610 W.2014. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of  
611 tropicaltrees. *Global Change Biology*, 20:3177–3190.  
612
- 613 CNCflora, 2012. *Mezilaurus itauba* in Lista Vermelha da flora brasileira,  
614 (<http://www.cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Mezilaurus%20itauba>). Acesso  
615 em20/10/2021.  
616
- 617 CNCflora,2012. *Bertholletia excelsa* in Lista Vermelha da flora brasileira  
618 (<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Bertholletia%20excelsa>).Acesso  
619 em:20/10/2021.
- 620 Coelho, S. D.; Levis, C.; Baccaro, F.B.; Figueiredo, F.O.G.; Antunes, A. P.; ter  
621 Steege,H.; et al. 2021. Eighty-four per cent of all Amazonian arboreal plant  
622 individuals are useful to humans. *PloS one*,16: e0257875.  
623
- 624 Condé, T.M.; Tonini, H. 2013. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila  
625 Densa naAmazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta amazônica*, 43:247-  
626 260.  
627
- 628 Costa, J.R. da; Van leeuwen, J.; Costa,J. A. 2005. *Tucumã-do-Amazonas*,  
629 *Astrocaryum tucuma Martius*. In: Shanley, P, O.; Madina, G. (Ed.). Frutíferas e  
630 plantas úteis na vidaamazônica. Imazon, Belém, Pará, p. 215-222.  
631
- 632 Curtis, J. T.; McIntosh, R. P. 1950. The interrelations of certain analytic and  
633 syntheticphytosociological characters. *Ecology*, 31: 434-455.  
634
- 635 Cysneiros, V. C.; Júnior, J.O. M.; Lanza, T.R.; Moraes, J. C. R.; Samor, O.J.M. 2018.  
636 Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e  
637 suaspeculiaridades. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 38: 1-14, 2018.  
638
- 639 Díaz, Sandra et al. 2015. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people.  
640 Current opinion in environmental sustainability, 14: 1-16.  
641
- 642 DIEGUES, A.C. 2000. Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos. In: DIEGUES,  
643 A.C. (Ed.) Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. SãoPaulo: Editora  
644 Hucitec, 2000. 1-46.  
645
- 646 Fauset, H., et al. 2015. Hyperdominance na floresta amazônica ciclagem de carbono.  
647 *Nature Communications*, 6: 68-57.  
648
- 649 Fearnside, P.M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's  
650 Amazonianforests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation*, 26:  
651 305-321.  
652
- 653 Fearnside, P.M.2010. *Estoques e fluxos de carbono na Amazônia como recursos*  
654 *naturais para geração de serviços ambientais*. In: Buenafuente,S.M.F. Amazônia:  
655 Dinâmica do Carbono e Impactos Socioeconômicos e Ambientais. Boa Vista: Editora  
656 da UniversidadeFederal de Roraima, p.27-56.  
657

- 658 Fearnside, P. M. 2018. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia  
659 dedesenvolvimento no Estado do Amazonas. *Inc. Soc.*, Brasília, 12: 141-151.  
660
- 661 Fernandes, A.M.M.; Ruivo, M. de L. P.; Costa, A.C.L. 2020. Floristic composition  
662 and diversity in terra firme forest under water stress in the Amazon. *Boletim Museu*  
663 *Paraense Emílio Goeldi*, Pará, 26:403-413.  
664
- 665 Fiedler, N.C.; Soares, T.S.; Silva, G.F. 2008. Produtos Florestais Não  
666 Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. *Revista Ciências*  
667 *Exatas e Naturais*, 10:263-278.  
668
- 669 Filho, A. A. T.; Costa, R. B.; Vale, R. S.; Rodrigues, N.B. 2011. Estoque de biomassa  
670 e carbono de floresta ombrófila sob exploração de baixo impacto no noroeste do  
671 estado de Mato Grosso. *Multitemas*, p.97-122.  
672
- 673 Gomes, A. CS. et al. Local plant species delimitation in a highly diverse Amazonian forest: do we all  
674 see the same species?. 2013. *Journal of Vegetation Science*, 24: 70-79.  
675
- 676 Haglof Company Group-Haglof. 2021. (<https://haglofsweden.com/?s=vertex>).  
677 Acesso em 01/11/ 2021.  
678
- 679 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. 2012.  
680 (<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=281608>).  
681 Acesso em : 04/11/2021.  
682
- 683 IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species (<https://www.iucn.org/>).  
684 Acesso em: 20/10/2021.  
685
- 686 Levis, C. 2018. *Domestication of Amazon forests*. Joint PhD thesis, Instituto Nacional  
687 de Pesquisas da Amazônia, Brazil, and Wageningen University, Wageningen, the  
688 Netherlands, 2018. 268p.  
689
- 690 Levis, C.; et al. 2017. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication  
691 on Amazonian. *Science*, 355:925-931.  
692
- 693 Lima, R.B.; Ferreira, R.L.C.; Silva, J.A. A.; Guedes, M. C.; Silva, D. A. S.; Oliveira,  
694 C.P. 2020. Valoração de componentes não madeireiros na Amazônia: metodologias de  
695 quantificação para a geração de renda. *Brazilian Applied Science Review*, 4:561-591.  
696
- 697 Martin, A. R., & Thomas, S. C. 2011. A Reassessment of Carbon Content in Tropical  
698 Trees. *PLoS ONE*, 6(8).  
699
- 700 Matos, R.R.S.S.; Parra-Serrano, R.J. 2019. *Sustentabilidade de recursos florestais*.  
701 2da ed. Atena Editora, Ponta Grossa, 2019, 198p.  
702
- 703 Melo, M. S. 2004. *Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias*  
704 *antigas com histórias de uso diferentes no Nordeste do Pará – Brasil*. 2004.  
705 Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior da  
706 Agricultura “Luís de Queiroz”, Piracicaba, 2004. 93 p.  
707
- 708 Mello, N.G.R.; Gulinck, H.; Broeck, P.V.; Parra, C. 2020. Social-ecological  
709 sustainability of non-timber forest products: A review and theoretical considerations

- 710 forfuture research. *Forest Policy and Economics*, 112:102-109.  
711
- 712 Miranda, I.P.A.; Rabelo, A.; Bueno, C.R.; Barbosa, E.M.; Ribeiro, M.N.S. 2001.  
713 *Frutos de palmeiras da Amazônia*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia  
714 (INPA), Manaus. 120p.  
715
- 716 Mori, S.A.; Prance, G.T.1990. Taxonomy, Ecology, and Economy Botany of the  
717 BrazilNut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.:Lecythidaceae). *Advances in*  
718 *Economic Botany*, 8: 130-150.  
719
- 720 Muller, C.H.; et al. *A cultura da Castanha-do-Brasil*. Coleção plantar.  
721 Brasília:Embrapa,1995, 65p.  
722
- 723 Oliver, J.R. 2008. The Archaeology of Agriculture in Ancient Amazonia. *Springer*,  
724 185-216.  
725
- 726 Oliveira, E. K. B. Nagy, A.C.G.; Barros, Q.S.; Martins, B.C.; Júnior, L.S.M.2015.  
727 Composição Florística e Fitossociológica de Fragmento Florestal no Sudoeste da Amazônia.  
728 *Enciclopédia Biosfera*, 11: 2126-46.  
729
- 730 Oliveira, D. M.; Arnez, R. I. T.; Moreira, P. N. C.; Santos, Z. T.; Maia, M. B. R. A  
731 *Importância comercial da castanha-da-Amazônia para a Região norte e o mercado*  
732 *externo*. In: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural,  
733 48,Campo Grande, 2010.  
734
- 735 Pedrozo, C. A; Tonini, H.; Resende, M.; Jordão, S. 2015. Repeatability of fruits and  
736 seeds production and selection of brazil nut genotypes in native populations in  
737 Roraima.*Revista Árvore*, 39: 863-871.  
738
- 739 Picanço, C. A. S.; Costa, R. C. 2019.Análise da cadeia produtiva da castanha-do-  
740 Brasilcoletada na reserva biológica do Rio Trombetas, Oriximiná, Pará. *Brazilian*  
741 *Journal ofDevelopment*, 5: 19460–19483.  
742
- 743 Pitman, N. C. A., Terborgh, J. W., Silman, M. R., Núñez V, P., Neill, D. A., Cerón,  
744 C. E., ... Aulestia, M. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper  
745 Amazonian terra firme forests. *Ecology*, 82: 2101–2117.  
746
- 747 Piva, L.R.O.; Sanquetta, C.R.; Wojciechowski, J.; Corte, A.P.D.2020. Fitossociologia  
748 em comunidades florestais do Projeto RadamBrasil no Bioma Amazônia. *BIOFIX*  
749 *Scientific*, 5: 264-271.  
750
- 751 Politis, G.G. 2009. *NUKAK: Ethnoarchaeology of an Amazonian People*. 1 ed.  
752 LeftCoast Press, 2009, 412 p.  
753
- 754 Potts, S. G.; Imperatriz-fonseca, V. L.; Ngo, H. T. 2016.*The assessment report of the*  
755 *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*  
756 *onpollinators, pollination and food production*. IPBES, 2016, 552 p.  
757
- 758 Queiroz, M.S. de M.; Bianco, R. 2009. Morfologia e desenvolvimento germinativo  
759 de *Oenocarpus bacaba* Mart. (Arecaceae) da Amazônia Ocidental. *Revista Árvore*,  
760 33:1037-1042.

- 761  
762 R Core Team .2021. R: A language and environment for statistical computing.  
763 RFoundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL [https://www.R-](https://www.R-project.org/)  
764 [project.org/](https://www.R-project.org/).  
765
- 766 Réjou-Mechain, M.; Tanguy, A.; Piponiote, C.; Chave, J.; Herault, B. 2017.  
767 BIOMASS:an R package for estimating above-ground biomass and its uncertainty in  
768 tropical forests. *Ecology and Evolution*, 8: 1163–1167.  
769
- 770 Ribeiro, E.S.;Souza, R.A.T.M.; Paula, M.H.;Mesquita, R.R.S.; Moreira, E.L.; Fazion,  
771 H. 2016. Espécies florestais comercializadas pelo Estado do Mato Grosso.  
772 Biodiversidade, 15:2-20.  
773
- 774 Rivas, L.H.; Giustina, L. D.; Luz, L. N.; Karsburg, I. V.; Pereira, T. N.S.; Rossi,  
775 A.A.B.2013. Genetic diversity in natural populations of *Theobroma subincanum*  
776 Mart. In the Brazilian Amazon. *Genetics and molecular research*, 12:4998-5006.  
777
- 778 Rocha, E. 2004. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe*  
779 *precatória* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. *Acta amazônica*, 34: 237 –  
780 250.  
781
- 782 Salomão, R.P. 2009. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-  
783 brasil (*Bertholletia excelsa* H&B) em dois platôs de floresta ombrófila densa na  
784 Amazônia setentrional brasileira. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*.  
785 CiênciasNaturais, 4:11-25.  
786
- 787 Salomão, R.P. 2014. A castanheira: história natural e importância socioeconômica. .  
788 *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Ciências Naturais, 9: 259-266.  
789
- 790 Santos, R.O.; Lima, R. C.; Lima, R. B.; Aparício, P. S.; Abreu, J.C. 2017. Florística  
791 e estrutura de uma comunidade arbórea na floresta estadual do Amapá, Amazônia  
792 Oriental, Brasil. *Nativa*, 5: .529-539.  
793
- 794 Selaya, N. G.; Zuidema, P. A.; Baraloto, C.; Vos, V.A.;Brienen, R.J.W.;Pitman, N. et  
795 al.2017. Economically important species dominate aboveground carbon storage in  
796 forests of southwestern Amazonia. *Ecology and Society*, 22:1-22.  
797
- 798 Shanley, P.; Serra M.; Medina, G.2010. *Frutíferas e plantas úteis na vida*  
799 *amazônica, Belém, PA*. (1ª Ed.). IMAZON, Belém, Pará, 2010. 304 p.  
800
- 801 Silva, J.N.M.; Lopes, J.C.A.; Oliveira, L.C.; Silva, S.M.A.; Carvalho, J.O.P.; Costa,  
802 D.H. M.; Melo, M. S.; Tavares, M.J.M. 2005. *Diretrizes para a instalação e medição*  
803 *de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira*. 1ª ed.  
804 Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 2005, 36p.  
805
- 806 Silva, K. E.2010. *Florística e estrutura espacial: 15 hectares de parcelas*  
807 *permanentes na Floresta densa de terra firme na Amazônia central*. Tese,  
808 Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 89p..  
809
- 810 Souza, F.G.; Lima, R.A.2019. A importância da família arecaceae para a região  
811 norte.Revista EDUC Amazônia - Educação Sociedade e Meio Ambiente, 100-110.  
812



- 813 Sullivan, M.J.P. 2018. Field methods for sampling tree height for tropical forest  
814 biomass estimation. *Methods Ecol Evol*, 9:1179–1189.  
815
- 816 Souza, P. F. de. 2009. *Análise da vegetação de um fragmento de caatinga na*  
817 *microbacia hidrográfica do açude Jatobá - Paraíba*. Monografia, Faculdade  
818 de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba,  
819 51p.  
820
- 821 Tonini, H.; Costa, P.; Kaminski, P.E. 2008. Estrutura e produção de duas populações  
822 nativas de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* O. Berg) em Roraima.  
823 *Floresta*, 38: 445-457.  
824
- 825 Tonini, H.; Baldoni, A. B. Estrutura e regeneração de *Bertholletia excelsa* Bonpl. em  
826 castanhais nativos da Amazônia. 2019. *Ciência Florestal*, 29: 607-621.  
827
- 828 Ter Steege, H.; Pitman, N.C.A. Sabatier, D.; Baraloto, C.; Salomão, R.P.;  
829 Guevara, J.E. 2013. Hyperdominance in the amazonian tree flora. *Science*,  
830 342:325-335.  
831
- 832 The Angiosperm Phylogeny Group. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group  
833 classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of*  
834 *the Linnean Society* 181: 1-20.  
835
- 836 Wadt, L. H. O.; Kainer, K. A.; Gomes-Silva, D. A. P. 2005. Population structure and  
837 nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology*  
838 *and Management*, 211: 371-384.  
839
- 840 Watson, R. T., I. R. Noble, B. Bolin, N. H. Ravindranath, D. J.  
841 Verardo, and D. J. Dokken. 2000. Land use, land-use change and  
842 forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).  
843 Cambridge University Press, Cambridge, UK  
844
- 845 Wunder, S.; Borner, J.; Tito, M.R.; Pererira, L. 2009. Pagamentos por serviços  
846 ambientais: perspectivas para a Amazônia legal. 2ª ed. Brasília: MMA, 144p.  
847
- 848 Zanne, A. E.; Lopez-Gonzalez, G.; Coomes, D. A.; Ilic, J.; Jansen, S.; Lewis, S.  
849 L. 2009. *Global wood density database*. Data from: the worldwide wood economics  
850 spectrum. Dryad Data Repository.  
851  
852
- 853  
854  
855  
856  
857  
858  
859  
860  
861  
862  
863  
864

865 **FIGURAS E TABELAS**

866

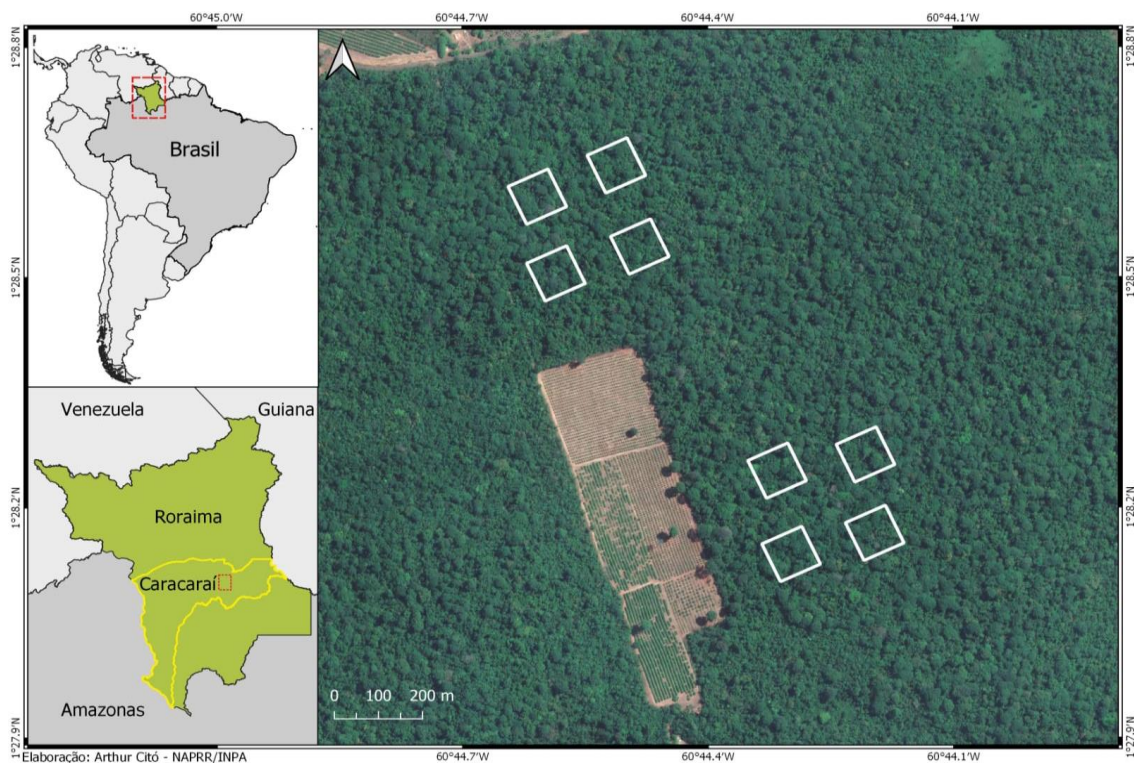
867

868 Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, com a delimitação das 8 parcelas  
869 instaladas na Fazenda pau-rainha, região do Itã, município de Caracaraí, sul de  
870 Roraima.

871

872

873



874

875

876

877

878

879

880

881

882

883

884

885

886

887

888

889

890

891

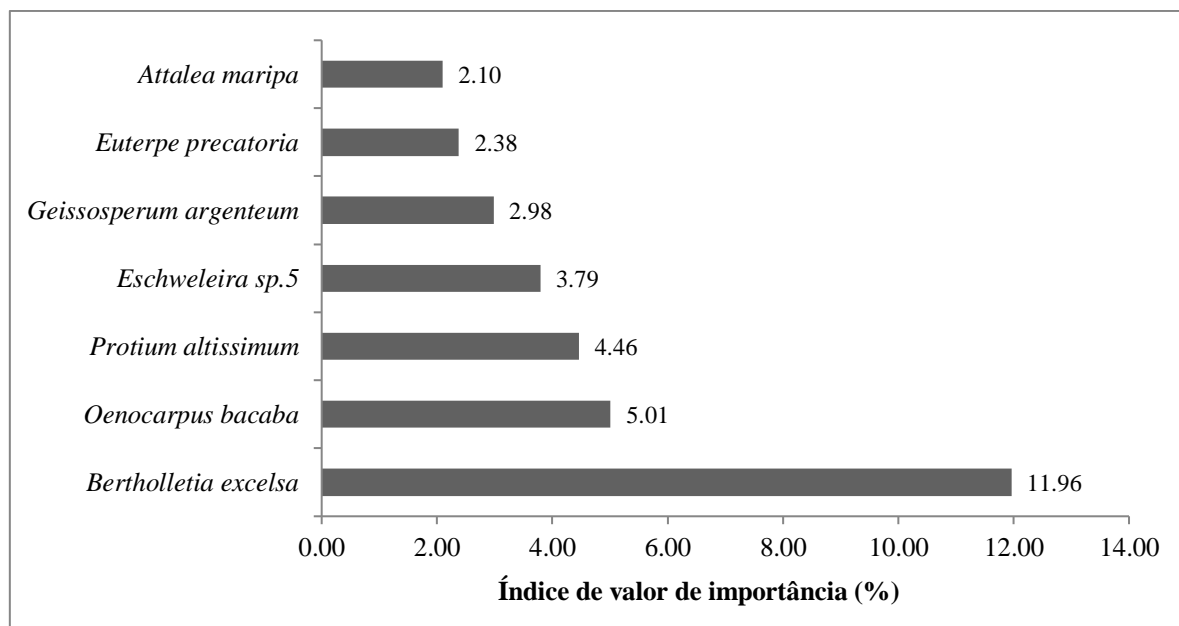
892

893

894

895 Figura 2. Espécies que apresentaram maior índice de valor de importância (%) do  
896 castanhal nativo, sul de Roraima.

897  
898



899

900

901

902

903

904

905

906

907

908

909

910

911

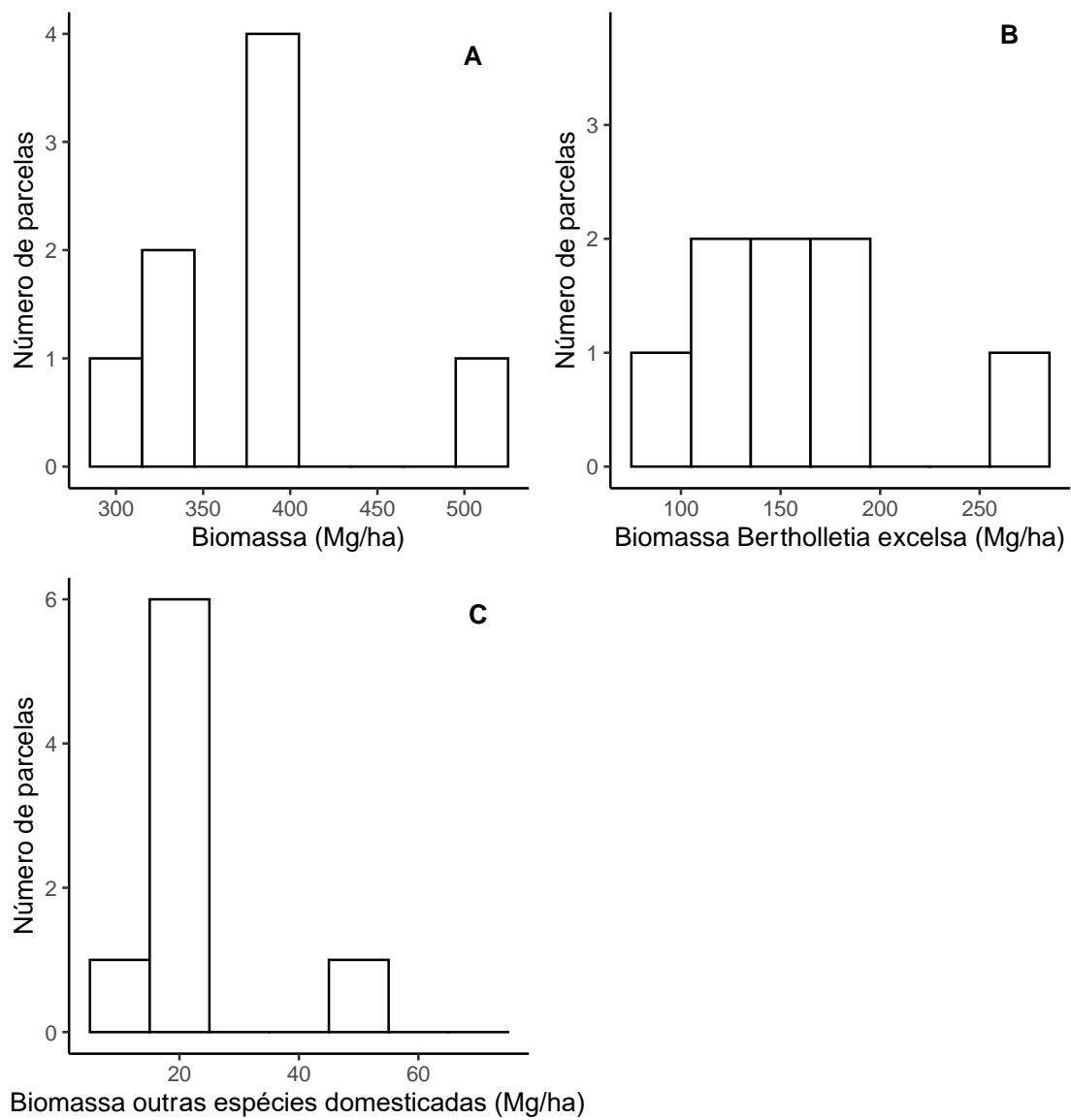
912

913

914

915

916 Figura 3. Variação da biomassa total (A); Variação da biomassa da espécie  
 917 *Bertholletia excelsa*(B); Variação da biomassa de outras espécies domesticadas ao  
 918 longo das parcelas instaladas em um castanhal nativo, sul de Roraima.  
 919

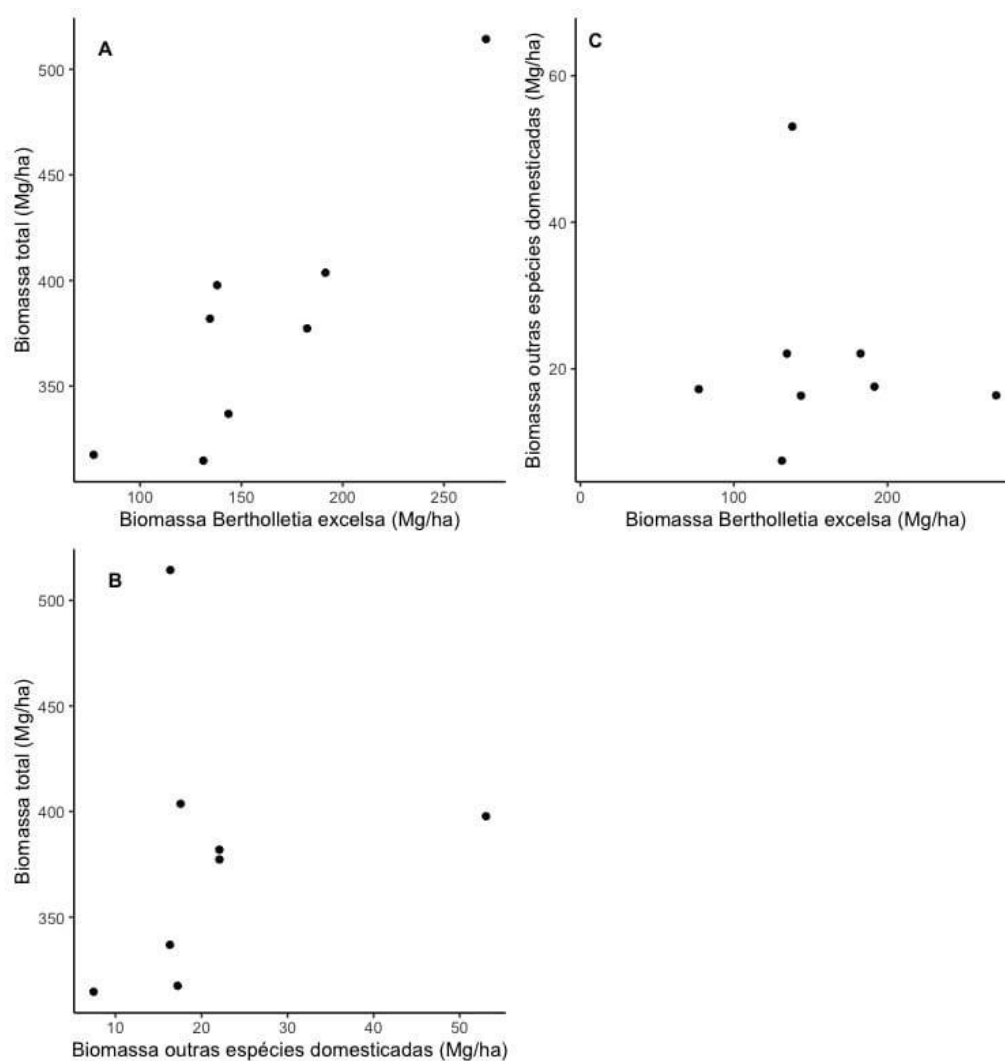


920  
 921  
 922  
 923  
 924  
 925  
 926  
 927  
 928  
 929  
 930  
 931  
 932  
 933

934

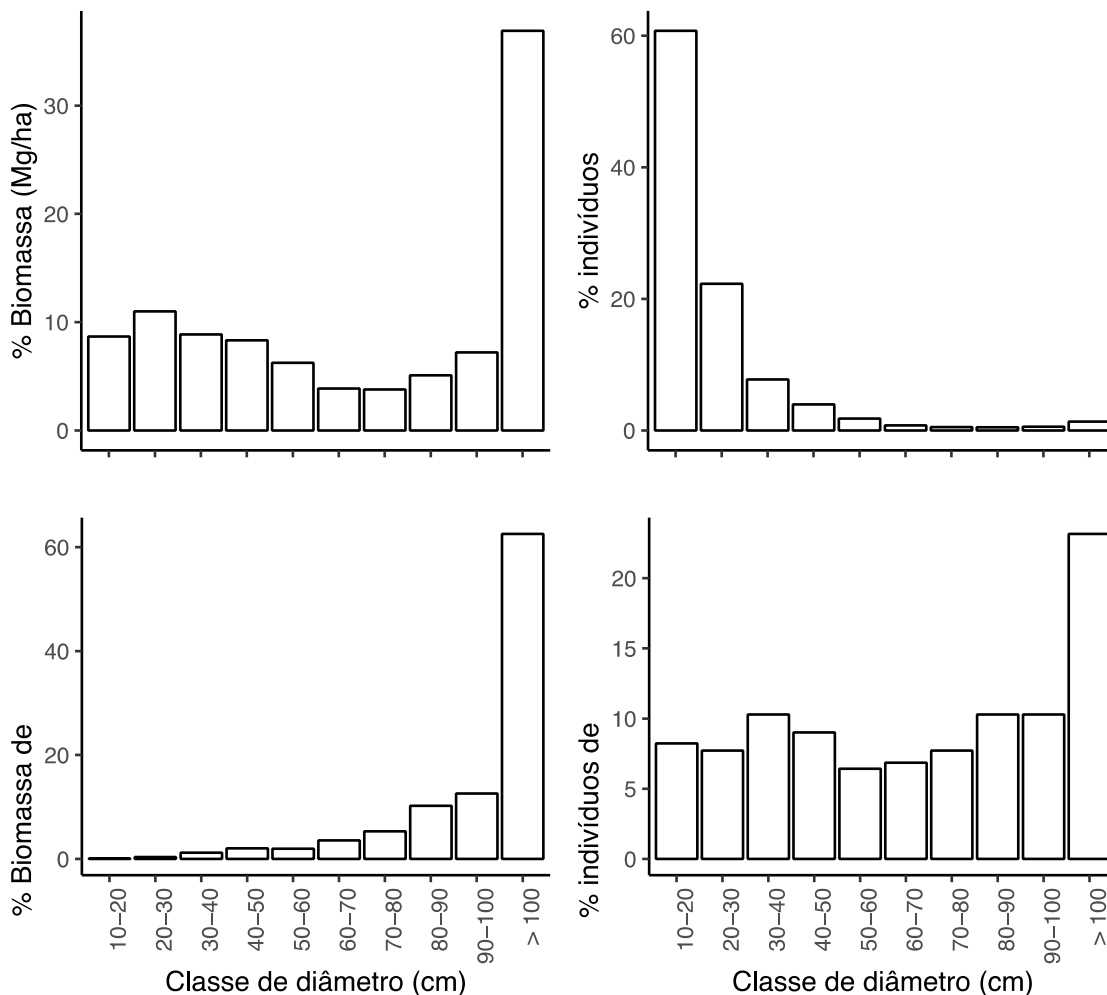
935

936 Figura 4. Relação da biomassa total com a biomassa da espécie *Bertholletia*  
937 *excelsa*(A); Relação da biomassa total com a biomassa de outras espécies  
938 domesticadas (B); Relação da biomassa de outras espécies domesticadas com a  
939 biomassa da espécie *Bertholletia excelsa* (C) de um castanhal nativo, sul de Roraima.  
940



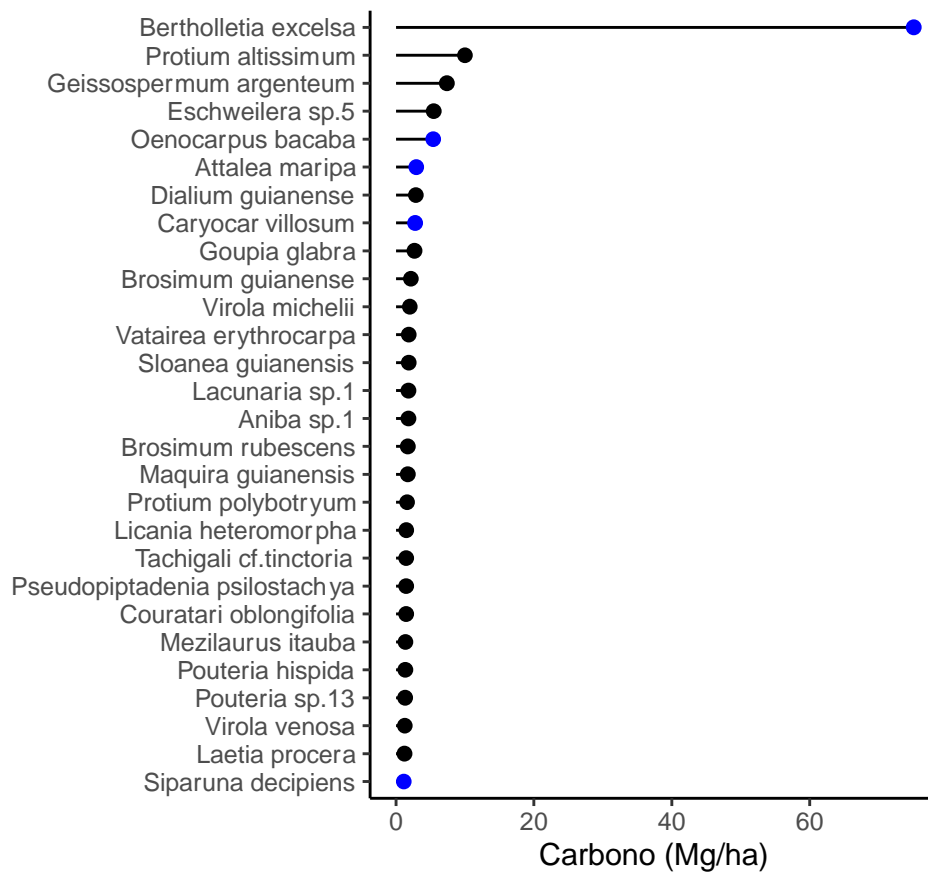
941 Figura 5. Estrutura diamétrica da população e da espécie *Bertholletia excelsa* e  
 942 distribuição de biomassa total e biomassa da castanheira nas diferentes classes  
 943 diamétricas de um castanhal nativo, sul de Roraima.

944  
 945



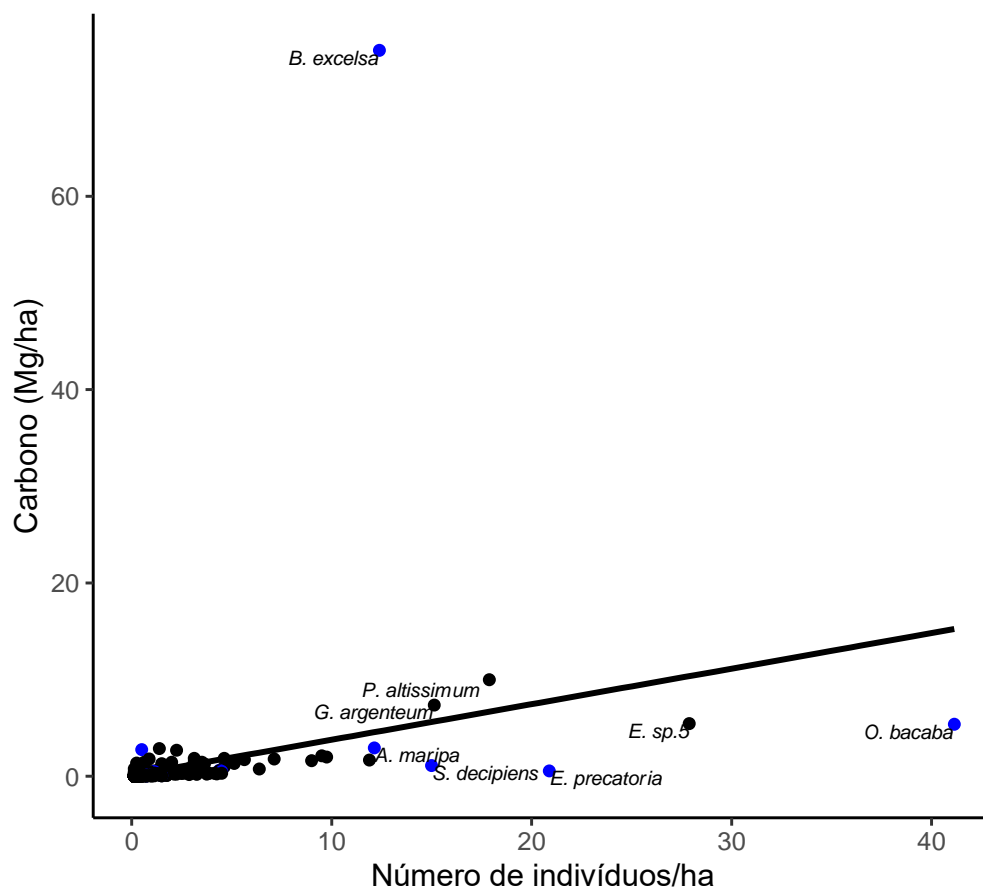
946  
 947  
 948  
 949  
 950  
 951  
 952  
 953  
 954  
 955  
 956  
 957  
 958  
 959  
 960  
 961  
 962  
 963  
 964

965 Figura 6. Espécies que apresentaram estoque de carbono  $\geq 1$  tonelada/hectare de um  
 966 castanhal nativo, sul de Roraima. Os pontos de cor azul indicam as espécies  
 967 domesticadas.



973  
 974  
 975  
 976  
 977  
 978  
 979  
 980  
 981  
 982  
 983  
 984  
 985  
 986  
 987  
 988  
 989  
 990  
 991  
 992

993 Figura 7. Relação da abundância das espécies com o estoque de carbono de um  
 994 castanhal nativo, sul de Roraima. Os pontos de cor azul indicam as espécies  
 995 domesticadas.  
 996



997  
 998  
 999  
 1000  
 1001  
 1002  
 1003  
 1004  
 1005  
 1006  
 1007

Tabela 1. Número total de indivíduos e espécies com DAP $\geq$ 10 cm, abundância de castanheira (*Bertholletia excelsa*) e número de outras espécies domesticadas de um castanhal nativo, sul de Roraima.

Parcelas	Total de indivíduos	Nº de espécies	Nº de castanheiras	Abundância de espécies domesticadas
1	446	112	20	107
2	404	97	11	78
3	475	95	11	76
4	435	96	15	99
5	400	83	13	67
6	393	80	9	124
7	406	84	9	124
8	402	83	11	100
Média $\pm$ sd	420.13 $\pm$ 28.86	91.25 $\pm$ 10.79	12.38 $\square$ 3.66	96.8 $\pm$ 21.62

1008  
 1009  
 1010



1011

1012 Tabela 2. Estimativa de biomassa área viva total, das castanheiras e de outras espécies  
1013 domesticadas de um castanhal nativo, sul de Roraima.

Parcelas	Biomassa total (Mg/ha)	Biomassa das castanheiras (Mg/ha)	Biomassa de outras espécies domesticadas (Mg/ha)
1	514.38	270.72	16.37
2	397.79	137.99	53.06
3	336.89	143.62	16.32
4	317.49	77.06	17.22
5	314.67	131.22	7.45
6	377.32	182.42	22.08
7	381.93	134.49	22.07
8	403.67	191.47	17.56
Média ± sd	380.51 ± 64.75	158.65 ± 50.38	21.52 ± 13,53

1014

1015 Tabela 3. Valor monetário dos estoques de carbono armazenado nas espécies  
1016 utilizadas como fonte de produtos florestais não-madeireiros em um castanhal  
1017 localizado no sul de Roraima. Em negrito estão destacadas as espécies consideradas  
1018 domesticadas. CO<sub>2</sub>eq representa a conversão do carbono em CO<sub>2</sub> e o preço foi  
1019 calculado considerando o valor de U\$ 2.51/Mg o CO<sub>2</sub>eq. (D)= Densidade.

1020

1021

Espécie	D	Uso	Carbono (Mg/ha)	CO <sub>2</sub> eq (Mg/ha)	Preço (US\$/ha)
<i>Bertholletia excelsa</i>	12,38	Alimentação (sementes)	75,11	275,66	<b>691,90</b>
<i>Oenocarpus bacaba</i>	41,13	Alimentação (frutos)	5,39	19,78	<b>49,64</b>
<i>Atallea maripa</i>	12,13	Alimentação (frutos)	2,94	10,77	<b>27,04</b>
<i>Caryocar villosum</i>	0,5	Alimentação (frutos)	2,77	10,15	<b>25,47</b>
<i>Siparuna decipiens</i>	15	Medicinal (folhas)	1,11	4,08	<b>10,25</b>
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	4,38	Alimentação (frutos)	0,63	2,33	<b>5,84</b>
<i>Euterpe precatoria</i>	20,88	Alimentação (frutos)	0,56	2,05	<b>5,15</b>
<i>Oenocarpus bataua</i>	4,5	Alimentação (frutos, palmito)	0,52	1,91	<b>4,80</b>
<i>Brosimum utile</i>	1,13	Medicinal (látex)	0,51	1,88	<b>4,71</b>
<i>Himatanthus sucuuba</i>	1	Medicinal (látex)	0,19	0,71	<b>1,79</b>
<i>Anacardium giganteum</i>	0,75	Alimentação (pseudofruto)	0,12	0,43	<b>1,09</b>

<i>Theobroma subincanum</i>	1,5	Alimentação (frutos)	0,09	0,31	<b>0,79</b>
<i>Inga laurina</i>	<b>0,75</b>	<b>Alimentação (frutos)</b>	<b>0,06</b>	<b>0,23</b>	<b>0,57</b>

1022

1023

1024 Tabela 4. Comparação da biomassa área viva deste estudo com outros estudos  
 1025 realizados em Roraima.

1026

<b>Fitofisionomia</b>	<b>Biomassa(Mg/ha)</b>	<b>Referência</b>
<b>Floresta ombrófila densa</b>	404	<b>Barni et al., 2016</b>
<b>Floresta ombrófila densa</b>	267.27	<b>Barbosa et al., 2010</b>
<b>Floresta ombrófila densa</b>	<b>380.51</b>	<b>Este estudo</b>

## **NORMAS DA REVISTA**

Manuscrito em elaboração para submissão a revista Acta Amazônica (Ciências Ambientais Qualis B1). Instruções aos autores em: [https://acta.inpa.gov.br/guia\\_ingles.php](https://acta.inpa.gov.br/guia_ingles.php)

## 2 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.S. **Produtos florestais não madeireiros em área manejada: análise de uma comunidade sob influência da BR 163, Santarém, Pará.** 2010. 128 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) -Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA, Belém, 2010.
- BOOT, R.G.A. Extraction of non-timber forest products from tropical rain forest. Does diversity come at a price? **Netherlands Journal of Agricultural Science**, New York, v.45, p. 439-450, 1997.
- BOIVIN, N. L. et al. Ecological consequences of human niche construction: examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, California, v.113, n.23, p. 6388–6396, mar. 2016.
- BOYD, J.; BANZHAF, S.; What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, [s.l.], v.63, p. 616-626, 2007.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Pagamento por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.** Brasília, DF, 2012. 275 p.
- CARDOSO, G.; et al. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **PNAS**, [s.l.], v. 114, n. 40, p. 10695–10700, 2017.
- CATENACCI, F.S.; RIBEIRO, M.; SMITH, N.P.; CABELLO, N. B. Bertholletia in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23424>> Acesso em: 11 de Março de 2022.
- CLEMENT, C. R. 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. **Econ. Bot.**, [s.l.], v. 53, n.188, p.188–202. abr.1999.
- CLEMENT, C.R. et al. Origin and Domestication of Native Amazonian Crops. **Diversity**, [s.l.], v. 2, p. 72-106, jan. 2010.
- CLEMENT, C. R. et al. The domestication of Amazonia before European conquest. **Proc.R. Soc.**, [s.l.], v.282, p. 1-9, jun. 2015.
- COLLALTI, A.; et al. The sensitivity of the forest carbon budget shifts across processes along with stand development and climate change. **Ecological Applications**, Washington, v.29, n.2, p.1-18, 2019.
- DIEGUES, A.C. **Etnoconservação da natureza: enfoques alternativos.** In: DIEGUES, A.C. (Ed.) Etnoconservação: novos rumos para a proteção da natureza nos trópicos. São Paulo: Editora Hucitec, 2000. p.1-46.
- DIEGUES, A.C. **O mito moderno da natureza intocada.** São Paulo: EDITORA HUCITECH, 2008. 101 p.
- DUCHELLE, A.E.; et al. Smallholder Specialization Strategies along the Forest

Transition Curve in Southwestern Amazonia. **World Development**, [s.l.], v. 64, p. 149–158, 2014.

FAO-FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Non-wood food and agriculture organization of the United Nations-FAO. Non-wood forest products and income generation. In: Review International of forestry and forestales industries, 1999. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/y1457e/Y1457e06.htm>>. Acesso em: 18/1/2021.

FEARNSIDE, P. M. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas. **Inc. Soc.**, Brasília, v. 12, p. 141-151. 2018.

FIEDLER, N. C.; SOARES, T. S.; SILVA, G.F. Produtos Florestais Não Madeireiros: Importância e Manejo Sustentável da Floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [s.l.], v..10, n. 2, p.264-278, 2008.

FONSECA, F.L.; CARTAXO, C.B.C.; WADT, L.H.O. Manejo de castanhais nativos no acre: aspectos ecológicos, econômicos e sociais. **Agriculture and food, in an urbanizingsociety**, Porto Alegre, p. 17-21, set. 2018.

FRANCO-MORAES, J. et al. Historical landscape domestication in ancestral forests with nutrient-poor soils in northwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, [s.l.],v. 446, p. 317-330, jun. 2019.

GAUDERETO, G.L.; et al. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, 2018.

GOMES, C. V. A. Ciclos econômicos do extrativismo na Amazônia na visão dos viajantes naturalistas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas**, Belém, v. 13, n. 1, p. 129-146, abr 2018.

GROOT, R.S.; WILSON, M.A.; BOUMANS, R.M.J.; A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, [s.l.], v.41, p. 393– 408, 2002.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): consultation on version 4, August-December. 2013. Report to the European Environment Agency. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. Disponível em: <<http://www.cices.eu>>. Acesso em: 20/10/2021.

HAUGAASEN, J. M. T.; et al. Seed dispersal of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) by scatter-hoarding rodents in a central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, [s.l.], v.26, p.251–262, 2010.

LEVIS, C.; et al. Historical human footprint on modern tree species composition in the Purus-Madeira interfluvium, central Amazonia. **PloS one**, [s.l.], v. 7, n. 11, 2012.

LEVIS, C.; et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian. **Science**, New York, v. 355, n. 6328, p. 925-931. 2017.

LEVIS, C. et al. How People Domesticated Amazonian Forests. **Frontiers in Ecology**

**and Evolution**, [s.l.]. v. 5, n. 171, jan. 2018.

LIN, B.; GE, J. Carbon sinks and output of China's forestry sector: An ecological economic development perspective. **Science of The Total Environment**, [s.l.], v. 655, p. 1169-1180.2019.

MAROCCOLO, J. F., WADT, L. H. D. O., DINIZ, J. D. D. A. S., & SILVA, K. E. D. O protagonismo de organizações indígenas na estruturação da cadeia produtiva da castanha-da-amazônia no estado de Roraima, Amazônia brasileira. **Interações**, Campo Grande, v. 22, p. 19-35, 2021.

MEDEIROS, R., YOUNG, C. E. F., PAVESE, H. B. & ARAÚJO, F. F. S. Contribuições das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional. Brasília: UNEPWC/MC, 2011.

MORI, S. A.; PRANCE, G.T. Taxonomy, Ecology, and Economic Botany of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.: Lecythidaceae). **Advances in Economic Botany**, [s.l.], v.8, p. 130-150, 1990.

MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL U.; KOSOY N.; MAY, P. H. Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.

ORTIZ, E. G. et al. **Tapping the green market**: certification and management of non- timber forest products. London: Earthscan, 2002. 456 p.

PARRON, L. M. et al. Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. **Embrapa**, Distrito Federal, 2015.

PEREIRA, H.S.; CAMARGO, T. R. L. Bens, recursos e serviços ambientais: bases conceituais e redefinições. In: RIVAS, A.(Org.). **Economia e valoração de serviços ambientais utilizando técnicas de preferências declaradas**. Manaus: Edua, 2014. p. 177-202.

RIBAS, C.; ZANUSSO, F.; CÂNDIDO, L. A.; PIEDADE, M.T.F.; HAMADA, N. **Porque cuidar da floresta ?**. 1 ed. Manaus: Editora INPA, 2020. 22 p.

RIBEIRO, M.N.L.; HIGUCHI, M.I.G. A floresta como espaço de lazer e turismo. In: HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto; HIGUCHI, Niro. (Ed.) **A floresta e suas múltiplas dimensões: uma proposta de Educação Ambiental**. 2ª ed. revisada e ampliada. Manaus, edição dos autores, p.331-357. 2012.

ROBERTS, P.; et al. The deep human prehistory of global tropical forests and its relevance for modern conservation. **Nature Plants**, [s.l.], v.3, n. 8, p. 1-19. 2017.

SALIMON, C.I.; MARTINS, B.C.; **Uso de sementes de palmeiras na produção de artesanato no Acre**. In: SANTOS, R. C.; SIVIERO, A. (Org.). Agroecologia no Acre. Rio Branco: IFAC, 2015. p.371-388.

SALOMÃO, R.P. Densidade, estrutura e distribuição espacial de castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. & B.) em dois platôs de floresta ombrófila densa na

Amazônia setentrional brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v.4, n. 1, p. 11-25, abr. 2009.

SCHAAN, D.P. A Amazônia em 1491. Especiaria: **Cadernos de Ciências Humanas**, [s.l.], v. 11, n. 20-21, p. 55-82, 2009.

SHEPARD, G. H.; RAMIREZ, H. “Made in Brazil”: Human Dispersal of the Brazil Nut (*Bertholletia excelsa*, Lecythidaceae) in Ancient Amazonia1. **Economic Botany**, [s.l.], v. 65, n. 1, p. 44-65, 2011.

SCOLES, R. Do rio Madeira ao rio Trombetas: novas evidências ecológicas e históricas da origem antrópica dos castanhais amazônicos. **Novos cadernos**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 265-282, dez. 2011.

SILVA, F. A. A etnoarqueologia na Amazônia: contribuições e perspectivas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas**, Belém, v. 4, n. 1, p. 27-37, 2009.

SILVA, L.J.S. et al. O extrativismo como elemento de desenvolvimento e sustentabilidade na amazônia: um estudo a partir das comunidades coletoras de castanha-do-brasil em Tefé, AM. **Destques Acadêmicos**, Lajeado, v. 11, n. 2, p. 168-187, 2019.

SIMÕES, M. S.; ANDRADE, D. C. Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 59-78, 2013.

SOARES-FILHO, B. S., NEPSTAD, D. C., CURRAN, L. M., CERQUEIRA, G. C., GARCIA, R. A., RAMOS, C. A., VOLL, E., MCDONALD, A., LEFEBVRE, P. & SCHLESINGER, P. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, [s.l.], v. 440, p. 520-523. 2006.

SOUZA, L.A.G.; SILVA, M.F. Bioeconomical potential of Leguminosae from the Negro river, Amazon, Brasil. In: CONSERVACIÓN DE BIODIVERSIDAD EN LOS ANDES Y LA AMAZONIA. **Proceedings**, Cuzco, p. 529-538, 2002.

TER STEEGE, H.; et al. The discovery of the Amazonian tree flora with an updated checklist of all known tree taxa. **Scientific Reports**, [s.l.], v.6, 2016.

THOMAS, E.; et al. Uncovering spatial patterns in the natural and human history of Brazilnut (*Bertholletia excelsa*) across the Amazon Basin. **Journal of Biogeography**; v. 42, p.1367–1382.2015.

TONINI, H. Amostragem para a estimativa de produção de sementes de castanheira-do-brasil em floresta nativa. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.48, n.5, p.519-527, maio 2013.

TONINI, H.; PEDROZO, C. A. Variações anuais na produção de frutos e sementes de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 133-144, 2014.

TONINI, H.; et al. Fenologia, estrutura e produção de sementes em castanhais nativos de Roraima e características socioeconômicas dos extrativistas. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.**, Belém, v. 9, n. 2, p. 399-414, ago. 2014.

VIEIRA, I.C.G.; SILVA, J. M.C.; TOLEDO, P.M. Estratégias para evitar a perda de biodiversidade na Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 54, p.153-164, 2005.

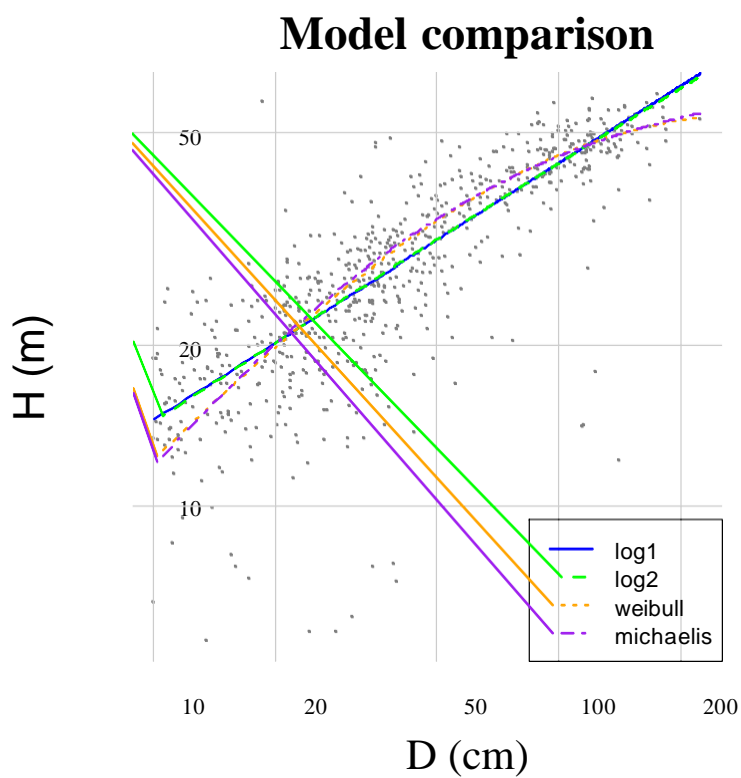
WAGNER, D. et al. **Extrativismo, Desenvolvimento e Sustentabilidade no Contexto da Amazônia Brasileira**. Porto Alegre, 2012. 20 p.

WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 211, n. 3, p. 371-384, 2005.



**APÊNDICE A** – Resultado da comparação de modelos para seleção da equação hipsométrica local para estimativa da altura de árvores a partir do diâmetro a altura dopeito. O modelo selecionado foi aquele que apresentou o menor valor de RSE.

Method	Color	RSE	RSElog	Average_bias
<b>log1</b>	blue	6.550091	0.271191	<b>0.0077639</b>
<b>log2</b>	green	6.53745	0.271372	<b>0.0076018</b>
<b>weibull</b>	orange	6.589838	NA	<b>0.0296956</b>
<b>michaelis</b>	<b>purple</b>	<b>6.651482</b>	<b>NA</b>	<b>0.0358524</b>



**APÊNDICE B-** Análise da estrutura horizontal, biomassa e uso das espécies identificadas e morfotipos com identificação de gênero nas 8 parcelas localizadas em um castanhal nativo no sul de Roraima. Em negrito estão destacadas as espécies consideradas domesticadas (*sensu* Levis, 2018). Ni= número de indivíduos, AB(m<sup>2</sup>)=área basal em m<sup>2</sup>, DA=densidade absoluta, DR=densidade relativa, DoA=dominância absoluta, DoR=dominância relativa, FA=frequência absoluta, FR=frequência relativa, IVI(%) =índice de valor de importância, biomassa= obtida através da equação alométrica de Chave et al. (2014), uso= madeireiro (M) e não-madeireiro (NM) obtido a partir de consulta a literatura.

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>Ni</b>	<b>AB(m<sup>2</sup>)</b>	<b>Da</b>	<b>DR</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>FA</b>	<b>FR</b>	<b>IVI(%)</b>	<b>Biomassa(Mg/ha)</b>	<b>Uso*</b>
Achariaceae	<i>Lindackeria paludosa</i>	1	0.0145	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0972	
	<i>Anacardium giganteum</i>	6	0.2686	6	0.18	0.27	0.13	62.50	0.68	0.33	20.211	NM
	<i>Astronium lecointei</i>	4	0.1306	4	0.12	0.13	0.06	37.50	0.41	0.20	15.947	M
Anacardiaceae	<i>Astronium sp.1</i>	4	0.2039	4	0.12	0.20	0.10	37.50	0.41	0.21	28.767	
	<i>Tapirira guianensis</i>	11	0.3601	11	0.33	0.36	0.17	25.00	0.27	0.26	24.965	
	<i>Thyrsodium spruceanum</i>	1	0.0277	1	0.03	0.03	0.01	12.50	0.14	0.06	0.2444	
	<i>Annona exsucca</i>	2	0.0300	2	0.06	0.03	0.01	25.00	0.27	0.12	0.1904	
	<i>Bocageopsi multiflora</i>	21	0.6667	21	0.64	0.67	0.31	87.50	0.96	0.64	62.091	
	<i>Duguetia lepidota</i>	5	0.1411	5	0.15	0.14	0.07	50.00	0.55	0.26	14.967	
Annonaceae	<i>Guatteria schomburgkiana</i>	1	0.0104	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0700	
	<i>Onychopetalum periquino</i>	21	0.7488	21	0.64	0.75	0.35	62.50	0.68	0.56	72.707	
	<i>Xylopia calophylla</i>	26	0.8987	26	0.79	0.90	0.42	100.00	1.10	0.77	85.536	
	<i>Ambelania acida</i>	1	0.0090	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0512	
Apocynaceae	<i>Aspidosperma araracanga</i>	2	0.0305	2	0.06	0.03	0.01	25.00	0.27	0.12	0.2783	
	<i>Aspidosperma eteanum</i>	3	0.1877	3	0.09	0.19	0.09	25.00	0.27	0.15	26.994	

	<i>Aspidosperma sandwithianum</i>	1	0.0232	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.2426	
	<i>Aspidosperma sp.5</i>	7	0.4502	7	0.21	0.45	0.21	50.00	0.55	0.32	64.359	
	<i>Aspidosperma sp.6</i>	3	0.0583	3	0.09	0.06	0.03	37.50	0.41	0.18	0.5655	
	<i>Aspidospermasp.7</i>	7	0.3080	7	0.21	0.31	0.15	50.00	0.55	0.30	38.650	
	<i>Geissospermum argenteum</i>	121	88.587	121	3.67	8.86	4.18	100.00	1.10	2.98	1.246.825	
	<i>Himatanthus articulatus</i>	8	0.4053	8	0.24	0.41	0.19	75.00	0.82	0.42	32.697	NM
	<i>Lachmella sp.1</i>	3	0.1053	3	0.09	0.11	0.05	37.50	0.41	0.18	10.171	
Araliaceae	<i>Didymopanax morototoni</i>	3	0.3871	3	0.09	0.39	0.18	25.00	0.27	0.18	42.707	M
	<b><i>Astrocaryum aculeatum</i></b>	35	13.745	35	1.06	1.37	0.65	100.00	1.10	0.94	106.828	NM
	<b><i>Euterpe precatoria</i></b>	167	20.679	167	5.06	2.07	0.98	100.00	1.10	2.38	94.639	NM
Arecaceae	<b><i>Attalea maripa</i></b>	97	47.848	97	2.94	4.78	2.26	100.00	1.10	2.10	496.636	NM
	<b><i>Oenocarpus bacaba</i></b>	329	83.863	329	9.97	8.39	3.96	100.00	1.10	5.01	910.308	NM
	<b><i>Oenocarpus bataua</i></b>	36	0.9361	36	1.09	0.94	0.44	62.50	0.68	0.74	88.024	NM
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>	26	0.6428	26	0.79	0.64	0.30	50.00	0.55	0.55	34.612	M
	<i>Cordia bicolor</i>	14	0.2563	14	0.42	0.26	0.12	75.00	0.82	0.46	15.996	
Boraginaceae	<i>Cordia sp.1</i>	31	0.7185	31	0.94	0.72	0.34	100.00	1.10	0.79	55.846	
	<i>Cordia sp.3</i>	1	0.0339	1	0.03	0.03	0.02	12.50	0.14	0.06	0.2651	
	<i>Protium altissimum</i>	143	152.828	143	4.33	15.28	7.21	100.00	1.24	4.46	1.688.686	
	<i>Protium goudotianum</i>	1	0.0087	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0530	
Bursereaceae	<i>Protium neglectum</i>	6	0.1676	6	0.18	0.17	0.08	37.50	0.41	0.22	13.400	
	<i>Protium polybotryum</i>	72	25.859	72	2.18	2.59	1.22	87.50	0.96	1.45	273.828	
	<i>Protium rhoifolium</i>	1	0.0111	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0718	

	<i>Protium sagotianum</i>	4	0.0916	4	0.12	0.09	0.04	12.50	0.14	0.10	0.6984	
	<i>Protium sp.4</i>	1	0.0124	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0815	
	<i>Protium sp.6</i>	5	0.1357	5	0.15	0.14	0.06	37.50	0.41	0.21	11.066	
	<i>Protium stevensonii</i>	28	16.051	28	0.85	1.61	0.76	50.00	0.55	0.72	163.516	
	<i>Protium unifoliolatum</i>	8	0.0927	8	0.24	0.09	0.04	62.50	0.68	0.32	0.3587	
	<i>Trattinnickia glaziovii</i>	23	14.625	23	0.70	1.46	0.69	75.00	0.82	0.74	137.634	
	<i>Trattinnickia lancifolia</i>	3	0.1585	3	0.09	0.16	0.07	37.50	0.41	0.19	12.628	
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i>	6	0.4668	6	0.18	0.47	0.22	37.50	0.41	0.27	44.645	M
Caryocriaceae	<b><i>Caryocar villosum</i></b>	4	22.057	4	0.12	2.21	1.04	37.50	0.41	0.52	466.933	NM
Celastraceae	<i>Maytenus guianensis</i>	10	0.4150	10	0.30	0.41	0.20	75.00	0.82	0.44	47.648	M
Choclospermaceae	<i>Choclospermum orinosensis</i>	1	0.0507	1	1,33	0.01	1.13	25.00	5.26	2.57	0.5089	
	<i>Hirtella sp.2</i>	1	0.0418	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.4954	
	<i>Licania heteromorpha</i>	25	16.872	25	0.76	1.69	0.80	75.00	0.82	0.79	251.901	
Chrysobalanaceae	<i>Licania niloi</i>	5	0.2891	5	0.15	0.29	0.14	37.50	0.41	0.23	39.099	
	<i>Licania sp.1</i>	4	0.1056	4	0.12	0.11	0.05	37.50	0.41	0.19	12.623	
	<i>Licania sprucei</i>	2	0.0730	2	0.06	0.07	0.03	12.50	0.14	0.08	0.8743	
	<i>Tovomita sp.1</i>	2	0.0424	2	0.06	0.04	0.02	25.00	0.27	0.12	0.3971	
Clusiaceae	<i>Tovomita sp.2</i>	1	0.0424	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.4441	
	<i>Rheedia sp.1</i>	2	0.0307	2	2.67	0.00	0.68	50.00	10.53	4.62	0.2453	
	<i>Tapura guianensis</i>	21	0.6394	21	0.64	0.64	0.30	87.50	0.96	0.63	57.431	
Dichapetalaceae	<i>Tapura sp.1</i>	2	0.0200	2	0.06	0.02	0.01	12.50	0.14	0.07	0.1416	
	<i>Diospyros sp.3</i>	1	0.1083	1	0.03	0.11	0.05	12.50	0.14	0.07	13.591	
Ebenaceae	<i>Diospyros sp.1</i>	5	0.0633	5	0.15	0.06	0.03	62.50	0.68	0.29	0.5074	
	<i>Diospyros sp.2</i>	1	0.0147	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1207	
	<i>Sloanea guianensis</i>	37	21.062	37	1.12	2.11	0.99	100.00	1.10	1.07	314.478	
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.1</i>	26	10.755	26	0.79	1.08	0.51	100.00	1.10	0.80	112.991	

	<i>Sloanea sp.2</i>	5	0.1751	5	15	0.18	0.08	37.50	0.41	0.22	16.037	
	<i>Sloanea sp.3</i>	2	0.0435	2	0.06	0.04	0.02	25.00	0.27	0.12	0.3478	
	<i>Conceveiba guianensis</i>	23	0.4573	23	0.70	0.46	0.22	75.00	0.82	0.58	33.117	
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba sp.1</i>	1	0.0381	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.2348	
	<i>Conceveiba sp.2</i>	1	0.0125	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0605	
	<i>Andira sp.1</i>	1	0.2668	1	0.03	0.27	0.13	12.50	0.14	0.10	45.651	
	<i>Abarema jupunba</i>	7	0.4439	7	0.21	0.44	0.21	50.00	0.55	0.32	44.901	
	<i>Andira inermis</i>	1	0.0151	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1177	M
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	1	0.6290	1	0.03	0.63	0.30	12.50	0.14	0.15	132.640	
	<i>Bowdichia nitida</i>	2	0.1315	2	0.06	0.13	0.06	12.50	0.14	0.09	17.401	M
	<i>Cynometra sp.1</i>	1	0.0525	1	0.03	0.05	0.02	12.50	0.14	0.06	0.6695	
	<i>Dialium guianense</i>	11	20.710	11	0.33	2.07	0.98	75.00	0.82	0.71	484.664	M
	<i>Dimorphandra macrostachya</i>	3	0.9991	3	0.09	1.00	0.47	37.50	0.41	0.32	161.761	
	<i>Dimorphandra sp.2</i>	1	0.1919	1	0.03	0.19	0.09	12.50	0.14	0.09	31.166	
Fabaceae	<i>Dimorphandra parviflora</i>	1	0.0146	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1085	
	<i>Diploptropis purpurea</i>	7	0.3282	7	0.21	0.33	0.15	62.50	0.68	0.35	40.792	M
	<i>Diploptropis triloba</i>	1	0.1624	1	0.03	0.16	0.08	12.50	0.14	0.08	22.650	M
	<i>Enterolobium schomburgkianum</i>	4	0.1592	4	0.12	0.16	0.08	25.00	0.27	0.16	13.166	M
	<i>Hymenolobium petraeum</i>	2	0.2639	2	0.06	0.26	0.12	12.50	0.14	0.11	36.288	M
	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	1	0.2039	1	0.03	0.20	0.10	12.50	0.14	0.09	27.205	
	<i>Inga bifida</i>	14	0.2354	14	0.42	0.24	0.11	87.50	0.96	0.50	17.375	
	<b><i>Inga laurina</i></b>	6	0.1148	6	0.18	0.11	0.05	25.00	0.27	0.17	10.054	NM
	<i>Inga paraensis</i>	3	0.0547	3	0.09	0.05	0.03	25.00	0.27	0.13	0.5765	

	<i>Inga pezizifera</i>	12	0.8965	12	0.36	0.90	0.42	75.00	0.82	0.54	103.123	
	<i>Inga rubiginosa</i>	20	0.5221	20	0.61	0.52	0.25	50.00	0.55	0.47	48.693	
	<i>Inga sp.1</i>	1	0.0080	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0485	
	<i>Inga sp.4</i>	51	14.920	51	1.55	1.49	0.70	100.00	1.10	1.12	127.655	
	<i>Inga sp.6</i>	1	0.0177	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1287	
	<i>Inga sp.8</i>	9	0.2387	9	0.27	0.24	0.11	37.50	0.41	0.27	20.777	
	<i>Machaerium sp.3</i>	2	0.0238	2	0.06	0.02	0.01	12.50	0.14	0.07	0.2003	
	<i>Ormosia paraensis</i>	3	0.3155	3	0.09	0.32	0.15	37.50	0.41	0.22	40.679	M
	<i>Parkia pendula</i>	3	0.0817	3	0.09	0.08	0.04	25.00	0.27	0.13	0.6050	M
	<i>Parkiasp.1</i>	1	0.1326	1	0.03	0.13	0.06	12.50	0.14	0.08	11.760	
	<i>Peltogyne paniculata</i>	7	0.5119	7	0.21	0.51	0.24	62.50	0.68	0.38	86.425	M
	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i>	16	19.010	16	0.48	1.90	0.90	50.00	0.55	0.64	247.372	
	<i>Pterocarpus sp.1</i>	4	0.4252	4	0.12	0.43	0.20	37.50	0.41	0.24	52.997	
	<i>Senna sp.1</i>	9	0.1617	9	0.27	0.16	0.08	25.00	0.27	0.21	12.367	
	<i>Stryphnodendro nupulcherrimum</i>	8	0.1478	8	0.24	0.15	0.07	12.50	0.14	0.15	0.9126	
	<i>Swartzia anomala</i>	2	0.0273	2	0.06	0.03	0.01	12.50	0.14	0.07	0.2764	
	<i>Swartzia ingifolia</i>	1	0.2967	1	0.03	0.30	0.14	12.50	0.14	0.10	54.604	
	<i>Tachigali tinctoria</i>	29	17.509	27	0.82	1.75	0.83	62.50	0.68	0.78	207.508	
	<i>Vataireae rythrocarpa</i>	25	23.129	25	0.76	2.31	1.09	100.00	1.10	0.98	314.215	
	<i>Vatairea sp.1</i>	2	0.0422	2	0.06	0.04	0.02	12.50	0.14	0.07	0.3861	
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i>	18	28.950	18	0.55	2.90	1.37	87.50	0.96	0.96	454.105	M
Humiraceae	<i>Sacoglotti sguianensis</i>	11	0.8323	11	0.33	0.83	0.39	50.00	0.55	0.42	127.629	
Lamiaceae	<i>Vitex sp.1</i>	5	0.2954	5	0.15	0.30	0.14	25.00	0.27	0.19	28.914	
Lauraceae	<i>Aniba sp.1</i>	57	24.693	57	1.73	2.47	1.17	100.00	1.10	1.33	302.732	
	<i>Aniba sp.2</i>	12	0.1593	12	0.36	0.16	0.08	62.50	0.68	0.37	11.240	

	<i>Endlicheria dictifarinosa</i>	1	0.0177	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1107	
	<i>Licaria guianensis</i>	6	0.1133	6	0.18	0.11	0.05	50.00	0.55	0.26	11.918	
	<i>Mezilaurus itauba</i>	2	10.636	2	0.06	1.06	0.50	12.50	0.14	0.23	229.673	M
	<i>Mezilaurus lindaviana</i>	4	0.0835	4	0.12	0.08	0.04	25.00	0.27	0.14	0.7459	
	<i>Nectandra cissiflora</i>	1	0.0157	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1131	
	<i>Nectandra sp.1</i>	3	0.0989	3	0.09	0.10	0.05	12.50	0.14	0.09	0.8481	
	<i>Ocotea canaliculata</i>	10	0.4346	10	0.30	0.43	0.21	62.50	0.68	0.40	35.145	
	<i>Ocotea cernua</i>	2	0.0195	2	0.06	0.02	0.01	25.00	0.27	0.11	0.0982	
	<i>Ocotea fasciculata</i>	8	0.3172	8	0.24	0.32	0.15	25.00	0.27	0.22	27.946	
	<i>Ocotea sp.10</i>	2	0.0405	2	0.06	0.04	0.02	25.00	0.27	0.12	0.2825	
	<i>Ocotea sp.13</i>	1	0.0098	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0581	
	<i>Ocotea sp.19</i>	1	0.0138	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0884	
	<i>Ocotea sp.6</i>	1	0.0707	1	0.03	0.07	0.03	12.50	0.14	0.07	0.6432	
	<i>Ocotea sp.7</i>	1	0.0538	1	0.03	0.05	0.03	12.50	0.14	0.06	0.4622	
	<i>Bertholletia excelsa</i>	99	673.110	99	3.00	67.31	31.78	100.00	1.10	11.96	12.690.022	NM
	<i>Couratari oblongifolia</i>	5	18.954	5	0.15	1.90	0.89	50.00	0.55	0.53	246.734	M
	<i>Eschweilera laevicarpa</i>	37	13.093	37	1.12	1.31	0.62	75.00	0.82	0.85	166.123	
Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp.5</i>	223	74.386	223	6.76	7.44	3.51	100.00	1.10	3.79	923.456	
	<i>Gustavia augusta</i>	1	0.0094	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0668	
	<i>Gustavia hexapetala</i>	6	0.1247	6	0.18	0.12	0.06	50.00	0.55	0.26	11.591	
	<i>Lecythis corrugata</i>	1	0.0199	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1975	
Loganiaceae	<i>Strychnos cipó</i>	2	0.0153	2	0.06	0.02	0.01	12.50	0.14	0.07	0.1107	
Malpighiaceae	<i>Byrsonimasp.2</i>	1	0.0186	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1374	NM
	<i>Byrsonimasp.1</i>	1	0.0589	1	0.03	0.06	0.03	12.50	0.14	0.07	0.6179	
Malvaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	18	0.8842	18	0.55	0.88	0.42	87.50	0.96	0.64	39.815	

	<i>Eriotheca globosa</i>	1	0.0250	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1394	M
	<i>Guazuma sp.2</i>	12	0.2443	12	0.36	0.24	0.12	12.50	0.14	0.21	18.351	
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	7	0.2245	7	0.21	0.22	0.11	12.50	0.14	0.15	19.470	
	<i>Lueheopsis duckeana</i>	5	0.3390	5	0.15	0.34	0.16	50.00	0.55	0.29	41.564	
	<i>Pachira nervosa</i>	4	0.1470	4	0.12	0.15	0.07	50.00	0.55	0.25	10.442	
	<b><i>Theobroma subincanum</i></b>	12	0.2297	12	0.36	0.23	0.11	87.50	0.96	0.48	14.364	NM
Melastomataceae	<i>Bellucia dichotoma</i>	5	0.1648	5	0.15	0.16	0.08	25.00	0.27	0.17	13.081	
	<i>Bellucia grossularioides</i>	8	0.1911	8	0.24	0.19	0.09	37.50	0.41	0.25	15.471	
	<i>Miconia poeppigii</i>	1	0.0500	1	0.03	0.05	0.02	12.50	0.14	0.06	0.4664	
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i>	2	0.0422	2	0.06	0.04	0.02	12.50	0.14	0.07	0.3544	
	<i>Trichilia quadrijuga</i>	34	0.6196	34	1.03	0.62	0.29	87.50	0.96	0.76	44.228	
	<i>Trichilia sp.2</i>	1	0.0408	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.3934	
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i>	2	0.1594	2	0.06	0.16	0.08	25.00	0.27	0.14	21.674	M
	<i>Brosimum acutifolium</i>	2	0.3706	2	0.06	0.37	0.17	25.00	0.27	0.17	49.270	M
	<i>Brosimum guianense</i>	76	27.941	76	2.30	2.79	1.32	100.00	1.10	1.57	359.731	M
	<i>Brosimum rubescens</i>	45	20.103	45	1.36	2.01	0.95	100.00	1.10	1.14	290.764	M
	<i>Brosimum utile</i>	9	0.8696	9	0.27	0.87	0.41	75.00	0.82	0.50	86.582	NM
	<i>Clarisia racemosa</i>	7	0.3689	7	0.21	0.37	0.17	37.50	0.41	0.27	37.626	M
	<i>Ficus sp.1</i>	2	0.3474	2	0.06	0.35	0.16	25.00	0.27	0.17	29.693	
	<i>Ficus sp.6</i>	1	0.7160	1	0.03	0.72	0.34	12.50	0.14	0.17	79.964	
	<i>Helicostylis tomentosa</i>	6	0.1062	6	0.18	0.11	0.05	50.00	0.55	0.26	0.8599	
	<i>Maquira guianensis</i>	95	24.609	95	2.88	2.46	1.16	100.00	1.10	1.71	286.284	
	<i>Perebea mollis</i>	4	0.1727	4	0.12	0.17	0.08	25.00	0.27	0.16	0.9746	
	<i>Pseudolmedia laevigata</i>	7	0.1325	7	0.21	0.13	0.06	25.00	0.27	0.18	10.945	
	<i>Pseudolmedia laevis</i>	2	0.0616	2	0.06	0.06	0.03	25.00	0.27	0.12	0.5461	



	<i>Sorocea guilleminiana</i>	6	0.0985	6	0.18	0.10	0.05	62.50	0.68	0.30	0.7384	
Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i>	12	0.1590	12	0.36	0.16	0.08	100.00	1.10	0.51	11.881	M
	<i>Virola calophylla</i>	1	0.0360	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.2492	
	<i>Virola michelii</i>	78	40.682	78	2.36	4.07	1.92	87.50	0.96	1.75	338.810	M
	<i>Virola mollissima</i>	1	0.0933	1	0.03	0.09	0.04	12.50	0.14	0.07	0.8096	
	<i>Virola sebifera</i>	36	0.8388	36	1.09	0.84	0.40	75.00	0.82	0.77	52.208	
	<i>Virola venosa</i>	29	18.879	29	0.88	1.89	0.89	37.50	0.41	0.73	216.001	M
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx sp.1</i>	1	0.0088	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0639	
	<i>Eugenia patrisii</i>	3	0.0392	3	0.09	0.04	0.02	37.50	0.41	0.17	0.3791	
	<i>Eugenia sp.2</i>	1	0.0115	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0944	
	<i>Myrcia sp.1</i>	1	0.0169	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1691	
	<i>Myrcia sp.3</i>	1	0.0085	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0731	
	<i>Myrcia sp.4</i>	1	0.0134	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1278	
	<i>Myrciaria floribunda</i>	2	0.0317	2	0.06	0.03	0.01	25.00	0.27	0.12	0.3031	
	<i>Myrciaria sp.1</i>	3	0.0342	3	0.09	0.03	0.02	12.50	0.14	0.08	0.2573	
Ochnaceae	<i>Lacunaria gemani</i>	1	0.0332	1	0.03	0.03	0.02	12.50	0.14	0.06	0.3802	
	<i>Lacunaria sp.1</i>	7	13.180	7	0.21	1.32	0.62	50.00	0.55	0.46	302.582	
	<i>Oureatea castaneifolia</i>	2	0.0321	2	0.06	0.03	0.02	25.00	0.27	0.12	0.2663	
	<i>Quiina sp.1</i>	1	0.0149	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1531	
	<i>Touroulia guianensis</i>	6	0.1190	11	0.18	0.12	0.06	72.50	0.69	0.31	11.730	
Olacaceae	<i>Chaunochiton kappleri</i>	2	0.1598	2	0.06	0.16	0.08	25.00	0.27	0.14	14.486	
	<i>Heisteria sp.2</i>	3	0.2137	3	0.09	0.21	0.10	25.00	0.27	0.16	27.593	
	<i>Heisteria sp.3</i>	5	0.1590	5	0.15	0.16	0.08	25.00	0.27	0.17	16.024	
	<i>Minquartia guianensis</i>	4	0.7179	4	0.12	0.72	0.34	37.50	0.41	0.29	132.093	M
Peraceae	<i>Pogonophora schomburgkiana</i>	9	0.6243	9	0.27	0.62	0.29	62.50	0.68	0.42	92.444	

	<i>Amaioua sp.1</i>	1	0.0119	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0851	
	<i>Amaioua sp.2</i>	5	0.0928	5	0.15	0.09	0.04	62.50	0.68	0.29	0.7426	
	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	6	0.6577	6	0.18	0.66	0.31	37.50	0.41	0.30	94.923	M
Rubiaceae	<i>Duroia sp.1</i>	17	0.3890	17	0.52	0.39	0.18	100.00	1.10	0.60	41.117	
	<i>Duroia sp.2</i>	3	0.0407	3	0.09	0.04	0.02	25.00	0.27	0.13	0.3764	
	<i>Faramea sp.1</i>	1	0.0134	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0923	
	<i>Isertia hypoleuca</i>	4	0.0756	4	0.12	0.08	0.04	25.00	0.27	0.14	0.5827	
	<i>Posoqueria sp.1</i>	8	0.3013	8	0.24	0.30	0.14	75.00	0.82	0.40	27.784	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum djalmabatistae</i>	6	0.2691	6	0.18	0.27	0.13	37.50	0.41	0.24	26.333	
Salicaceae	<i>Banara sp.1</i>	4	0.4175	4	0.12	0.42	0.20	37.50	0.41	0.24	53.998	
	<i>Laetia procera</i>	15	16.129	15	0.45	1.61	0.76	87.50	0.96	0.72	204.455	M
	<i>Manilkara bidentata</i>	2	0.4211	2	0.06	0.42	0.20	12.50	0.14	0.13	77.237	M
	<i>Micropholis sp.1</i>	6	0.2975	6	0.18	0.30	0.14	12.50	0.14	0.15	32.116	
	<i>Pouteria cladantha</i>	12	0.4009	12	0.36	0.40	0.19	50.00	0.55	0.37	55.583	
	<i>Pouteria hispida</i>	41	16.035	41	1.24	1.60	0.76	75.00	0.82	0.94	226.739	
	<i>Pouteria reticulata</i>	1	0.0138	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.1290	
	<i>Pouteria sp.1</i>	10	0.3736	10	0.30	0.37	0.18	50.00	0.55	0.34	39.941	
Sapotaceae	<i>Pouteria sp.10</i>	1	0.0094	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0709	
	<i>Pouteria sp.13</i>	12	12.036	12	0.36	1.20	0.57	50.00	0.55	0.49	222.043	
	<i>Pouteria sp.15</i>	1	0.0719	1	0.03	0.07	0.03	12.50	0.14	0.07	0.8361	
	<i>Pouteria sp.18</i>	9	0.4765	9	0.27	0.48	0.22	75.00	0.82	0.44	58.730	
	<i>Pouteria sp.4</i>	2	0.1552	2	0.06	0.16	0.07	25.00	0.27	0.14	18.588	
	<i>Pouteria sp.5</i>	2	0.0318	2	0.06	0.03	0.02	25.00	0.27	0.12	0.2689	
	<i>Pouteria surinamensis</i>	14	0.3342	14	0.42	0.33	0.16	50.00	0.55	0.38	31.885	

	<i>Pouteria venosa</i>	2	0.0731	2	0.06	0.07	0.03	12.50	0.14	0.08	0.9754	
Simaroubaceae	<i>Simarouba polyphylla</i>	3	0.3817	3	0.09	0.38	0.18	25.00	0.27	0.18	40.729	
	<i>Siparuna decipiens</i>	120	22.416	120	3.64	2.24	1.06	100.00	1.10	1.93	188.251	NM
Siparunaceae	<i>Siparuna glycyarpa</i>	1	0.0399	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.3931	
	<i>Siparuna sp.1</i>	1	0.0129	1	0.03	0.01	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0994	
Ulmaceae	<i>Ampelocera edentula</i>	11	0.2758	11	0.33	0.28	0.13	25.00	0.27	0.25	26.422	
	<i>Cecropia concolor</i>	4	0.0930	4	0.12	0.09	0.04	12.50	0.14	0.10	0.1921	
	<i>Cecropia sciadophylla</i>	33	0.9233	33	1.00	0.92	0.44	62.50	0.68	0.71	51.599	
	<i>Coussapoa trinervia</i>	1	0.0316	1	0.03	0.03	0.01	12.50	0.14	0.06	0.2180	
Urticaceae	<i>Pourouma guianensis</i>	30	0.7305	30	0.91	0.73	0.34	100.00	1.10	0.78	39.607	
	<i>Pourouma sp.1</i>	1	0.0397	1	0.03	0.04	0.02	12.50	0.14	0.06	0.2351	
	<i>Pourouma sp.2</i>	1	0.0163	1	0.03	0.02	0.01	12.50	0.14	0.06	0.0796	
	<i>Leonia cymosa</i>	1	0.0098	1	0.03	0.01	0.00	12.50	0.14	0.06	0.0697	
Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i>	35	10.960	35	1.06	1.10	0.52	100.00	1.10	0.89	97.571	
	<i>Leonia sp.1</i>	2	0.0677	2	0.06	0.07	0.03	12.50	0.14	0.08	0.6191	
	<i>Erisma sp.1</i>	1	0.0472	1	0.03	0.05	0.02	12.50	0.14	0.06	0.4171	
Vochysiaceae	<i>Qualea paraensis</i>	5	0.7451	5	0.15	0.75	0.35	25.00	0.27	0.26	109.534	M
	<i>Qualea sp.1</i>	1	0.2169	1	0.03	0.22	0.10	12.50	0.14	0.09	29.946	
	NI	3	0.1678	3	4.00	0.02	3.73	50.00	10.53	6.08	17.075	
	NI sp.1	55	29.222	55	73.33	0.37	64.91	100.00	21.05	53.10	404.316	
	NI sp.10	1	0.0915	1	1.33	0.01	2.03	25.00	5.26	2.88	10.290	
	NI sp.11	1	0.0964	1	1.33	0.01	2.14	25.00	5.26	2.91	11.098	
Não-identificada	NI sp.17	3	0.0692	3	4.00	0.01	1.54	25.00	5.26	3.60	0.5952	
	NI sp.2	3	0.5300	3	4.00	0.07	11.77	50.00	10.53	8.77	82.197	
	NI sp.3	1	0.3283	1	1.33	0.04	7.29	25.00	5.26	4.63	48.201	
	NI sp.4	2	0.1126	2	2.67	0.01	2.50	50.00	10.53	5.23	11.899	

NI sp.1	3	0.1027	3	4.00	0.01	2.28	50.00	10.53	5.60	10.204
<b>TOTAL</b>	3370	216.34	3370	100	212.39	100	9600	100	100	3049,5976

\*Obtido em Cysneiros et al. (2018); Coelho et al.(2021); Selaya et al.(2017).