



Valoração do trabalho agroextrativista de produtos da sociobiodiversidade na Amazônia: atividade de coleta da castanha-do-Brasil na reserva extrativista Chico Mendes, Acre, Brasil

Thais Carla Vieira Alves^{1*} e Kátia Emídio da Silva²

¹Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Avenida General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 1200, 69067-005, Manaus, Amazonas, Brasil. ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Amazonas, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: alves.v.thais@gmail.com

RESUMO. O presente artigo tem como objetivo valorar a etapa de coleta de semente de castanha-do-Brasil (*Bertolletia excelsa* Bonpl), por meio do uso de geotecnologias, utilizando as variáveis relevo e hidrografia, integradas por meio de análises de rede (network analysis). A área de estudo refere-se a colocação Encontro I, na Resex Chico Mendes (Epitaciolândia – Acre). Assim, a partir da geração de superfícies de custo (tempo) foram geradas trilhas otimizadas para acesso a 115 castanheiras produtivas. Além disso, foram calculados os tempos para se visitar as castanheiras e para as etapas de ‘junta’ (coleta e amontoa) e quebra dos ouriços, bem como para o transporte das castanhas *in natura* até entrepostos estrategicamente posicionados no castanhal. Como resultados, obteve-se o tempo total calculado de 33 dias/homem que, convertidos ao valor da diária local, resultou em um custo com mão-de-obra de aproximadamente R\$ 1.650,00. Esse valor não considera, no entanto, os custos com materiais para a coleta, alimentação e extração da produção total do castanhal até o paiol do agroextrativista. A remuneração justa ao agroextrativista é imprescindível para a manutenção da atividade de coleta. O estudo demonstrou que é possível valorar a etapa da coleta, a partir da metodologia empregada, sendo necessárias validações junto aos coletores.

Palavras-chave: *Bertolletia excelsa*; valoração; agroextrativismo; coleta de sementes; castanha-do-pará.

Valuation of agroextractive work on sociobiodiversity products in the Amazon: Brazil nut collection activity in the Chico Mendes extractive reserve, Acre, Brazil

ABSTRACT. This article aimed to evaluate the collection stage of Brazil nut seed (*Bertolletia excelsa* Bonpl.) through the use of geotechnologies, using the variables relief and hydrography, integrated through network analysis (network Analysis). The study area refers to the Encontro I placement, at Resex Chico Mendes (Epitaciolândia – Acre). Thus, from the generation of cost surfaces (time) optimized trails were generated for access to 115 productive Brazil nut trees. In addition, the times for visiting the chestnut trees and for the stages of “gathering” (collecting and heaping) and breaking the hedgehogs were calculated, as well as for the transport of the chestnuts *in natura* to warehouses strategically positioned in the chestnut grove. As a result, a total calculated time of 33 days/man was obtained, which, converted to the local daily rate, resulted in a labor cost of approximately R\$ 1,650.00. This value does not, however, consider the costs of materials for collecting, feeding and extracting the total production from the chestnut grove to the agroextractivist's warehouse. Fair remuneration for agroextractivists is essential for maintaining the collection activity. The study demonstrated that it is possible to value the collection stage, based on the methodology used, requiring validations with the collectors.

Keywords: *Bertolletia excelsa*; valuation; agroextractivism; seed collection; brazil nut.

Received on June 11, 2023.
Accepted on August 10, 2023.

Introdução

No âmbito do desenvolvimento sustentável, a Amazônia desempenha papel fundamental, principalmente pela sua importância na regulação do clima global, nos produtos da sociobiodiversidade e nos benefícios

globais gerados a partir de sua conservação. A floresta fornece, no mínimo, três classes de serviços ambientais, segundo Fearnside (2006): a manutenção da biodiversidade, o estoque de carbono e a ciclagem da água.

Segundo Almeida e Rezende (2023), as populações tradicionais praticam e possuem relação direta com a conservação ambiental, além de profunda relação com os saberes tradicionais passados de geração em geração. A variedade de produtos e os benefícios advindos da floresta vem sendo cada vez mais valorizados (Santos, Hildebrand, Pacheco, Rochadelli, & Pires, 2003), como destaque estão os produtos florestais não madeireiros (PFNM). Estes, por sua vez, envolvem uma grande diversidade de produtos provenientes de centenas de espécies, que trazem benefícios a populações tradicionais amazônicas e a consumidores em todas as partes do mundo. Um dos PFNMs com maior valor econômico atribuído hoje é a castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), também chamada de castanha-do-pará (Almeida, 2016).

A castanheira, espécie endêmica da região amazônica, ocorre no Brasil principalmente nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima e Rondônia, e em boa parte do Maranhão, Tocantins e Mato Grosso, além de países vizinhos como as Guianas, Sudeste da Colômbia, Sul da Venezuela, Leste do Peru e Norte da Bolívia (Lorenzi, 2016). Ela pertence à família Lecythidaceae e é a única de seu gênero (*Bertholletia*). Trata-se de uma árvore de grande porte, podendo atingir até 50 metros de altura e 2 metros de diâmetro na base, semidecídua e heliófita (Lorenzi, 2016; Wadt, Marocco, Guedes, & Silva, 2023a). Possui o caule liso e cilíndrico, casca escura e folhas esparsas; o fruto é chamado de ouriço, podendo pesar de 0,5 a 5 kg, levando em média de 12 a 15 meses para amadurecer (Moritz, 1984; Pacheco & Scussel, 2006; Tonini & Pedroso, 2014;) conforme evidenciado na Figura 1.

Quanto à comercialização, a castanha pode ser vendida com casca e sem casca, esta última com maior valor comercial agregado (Wadt & Kainer, 2012). Por se tratar de uma espécie de uso múltiplo, além do consumo *in natura*, pode ser usada para a extração de óleo, de uso culinário, cosmético e também como lubrificante de componentes eletrônicos, dadas as suas propriedades antioxidantes (Wadt, Kainer, & Gomes-Silva, 2005; Pacheco & Scussel, 2006).

A atividade de coleta da castanha garante renda para muitas famílias agroextrativistas (Wadt & Kainer, 2012; Wadt et al., 2023a), porém, o atual modelo de produção e de comércio não tem gerado ganhos na proporção justa aos agroextrativistas.

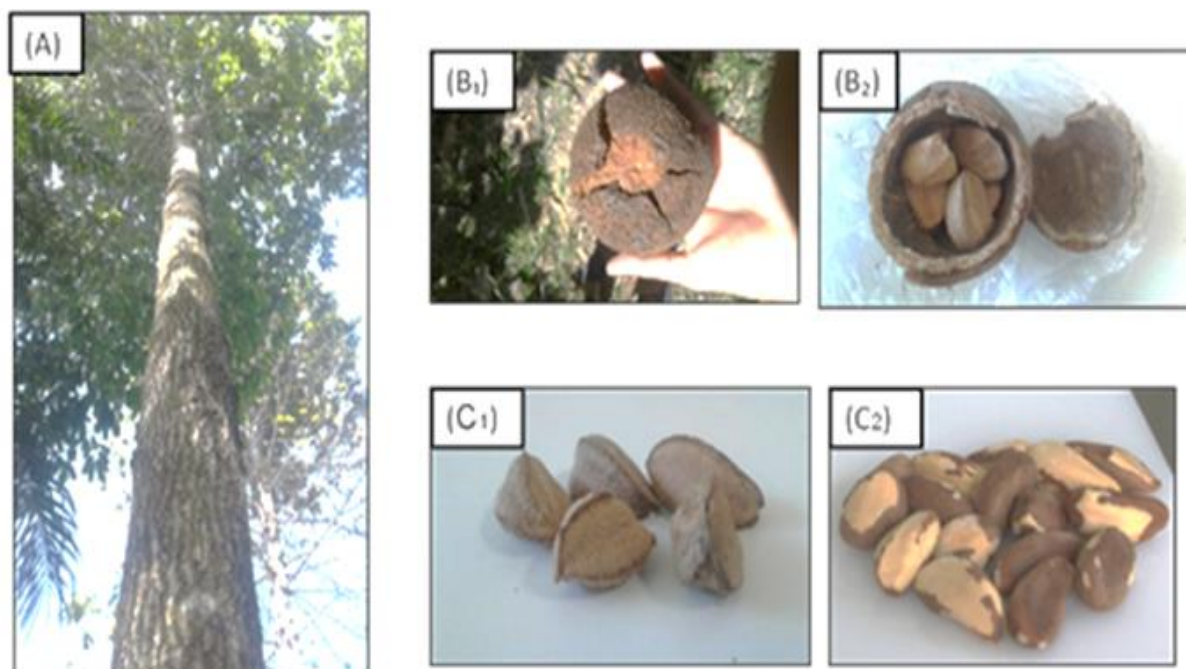


Figura 1. Características gerais. (A) Árvore, (B₁) Fruto, (B₂) Ouriço, (C₁) Castanha com casca e (C₂) sem casca (Elaborado pelos autores)

A fase de coleta propriamente dita pode ser dividida em duas etapas: junta e quebra dos ouriços (Pacheco & Scussel, 2006; Wadt et al., 2023b), que caracterizam-se por ocorrer na floresta e são realizadas pelo agroextrativista. Na primeira etapa ocorre a cata dos ouriços com mão-de-onça ou terçado, sendo colocados em um cesto de fibra ou palha (paneiro) de aproximadamente 1,00 x 0,7 m de altura e diâmetro, podendo suportar peso de até 60 Kg que é carregado pelo coletor.

Um ouriço possui em média de 10 a 25 sementes (Moritz, 1984; Mori & Prance, 1990; Pacheco & Scussel, 2006; Wadt & Kainer, 2012), dependendo do local de coleta. Na etapa de quebra da semente, os ouriços são partidos manualmente com o auxílio de machadinhas, facões, terçados ou martelos. A atividade é feita na floresta para que sejam transportadas apenas as sementes *in natura* pelo coletor. As boas práticas preconizam que a quebra deve ser feita logo após a coleta com utensílios limpos em local protegido do acesso dos animais.

O desenvolvimento de tecnologias que auxiliem o agroextrativista na etapa de coleta e transporte da castanha-do-Brasil mostra-se como um dos caminhos mais promissores para alcançar o uso sustentável deste recurso florestal. É através do desenvolvimento de produtos e tecnologias que atendam às necessidades dos extrativistas e aumentem a eficiência da produção que se alcançará melhores condições de trabalho. Dessa forma, a geotecnologia insere-se neste contexto como importante ferramenta de auxílio à atividade de coleta da castanha, uma vez que é possível definir, por meio de dados espaciais, um caminho otimizado dentro de um castanhal refletindo no melhor aproveitamento da floresta e menor esforço laboral exigido do coletor (Marcatti, 2013). A otimização do traçado de trilhas de acesso às castanheiras é uma metodologia que combina ampla variedade de fatores, que determinam o grau de dificuldade ao percorrer determinada região e a maior eficiência de acesso aos indivíduos de interesse (Ribeiro et al., 2017). Esta metodologia pode ser aplicada tanto em castanhais que possuem uma trilha definida ou nos que ainda não são explorados. A trilha usada pelo extrativista para a coleta dos ouriços, na maioria das vezes, é feita de forma intuitiva, baseado no senso comum e no conhecimento de produtividade de cada castanheira.

Com isso, este trabalho visa contribuir para a valoração da atividade de coleta e transporte de castanhas *in natura*, em castanhais naturais, focando na definição de caminhos (trilhas) otimizados, considerando-se aspectos do relevo e da hidrografia, os quais podem reduzir o esforço e tempo gastos na coleta/transporte e os impactos ambientais decorrentes do estabelecimento, uso e manutenção de trilhas. Os resultados deste trabalho contribuem para alcançar o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 10 que busca “[...] reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles” (Organizações da Nações Unidas [ONU], 2023).

Metodologia

Com base na metodologia apresentada por Ribeiro et al., (2017), a partir da geração de superfícies de custo (tempo) gasto para a visitação das árvores produtivas foram elaboradas trilhas otimizadas em ambiente ArcGIS 10.3 (Environmental Systems Research Institute [Esri], 2017) para a coleta da castanha-do-Brasil. Aliada às etapas de junta e quebra dos ouriços, com informações oriundas de pesquisa bibliográfica e informações pessoais de pesquisadores, buscamos valorar a atividade exercida pelo agroextrativista na etapa de coleta e transporte de castanhas *in natura*, dentro da floresta até o ponto final. Os dados foram manipulados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas com o auxílio dos softwares ArcGIS 10.3 (Environmental Systems Research Institute [Esri], 2017) e Microsoft Office Excel.

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Eitaciolândia/Acre. Possui 145 hectares, estando localizada nas coordenadas geográficas Latitude = 10° 50' 30" S e Longitude = 68° 41' 40" W (Figura 2). É denominada 'colocação' Encontro I, pertencente ao Seringal Porvir na reserva extrativista Chico Mendes, uma unidade de conservação de uso sustentável (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza [SNUC], 2000).

O clima na região é classificado como tropical úmido. A temperatura média mensal apresenta reduzida oscilação entre 24 e 26°C, com a precipitação média anual variando entre 1.800 a 2.200 mm e com presença de floresta tropical densa e Floresta Tropical Aberta (Veloza, 1992). Os principais tipos de solos encontrados são o podzólico vermelho amarelo, podzólico vermelho amarelo eutrófico e os hidromórficos gleyzados eutróficos (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa], 2006).

Coleta de dados

Foram utilizados dados de 115 castanheiras, que são de fato coletadas pelo agroextrativista da colocação Encontro I. Para cada árvore foram identificadas: coordenadas UTM (Zona 19L), Diâmetro a Altura do Peito (DAP) e número de frutos.

Seguindo a metodologia de Ribeiro et al., (2017) foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido da imagem de radar do Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)¹, com resolução espacial de 30 metros. Foi construída uma superfície de custos que gerou um traçado otimizado (trilhas) para a área, onde a maior diferença de altura do terreno em uma célula (pixel) representou o maior “custo”, que neste trabalho é o tempo de se passar por ela. As análises e processos foram desenvolvidos em ambiente SIG no software ArcGIS 10.3.

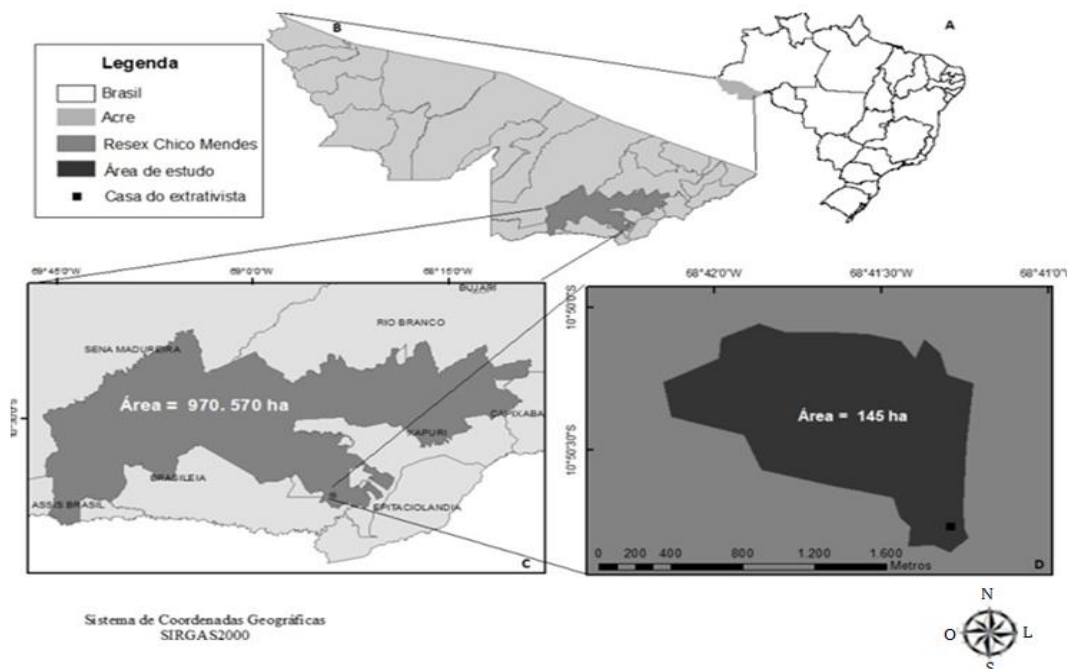


Figure 2. Mapa de localização e detalhamento da área total da colocação encontro I. A) Destaque para a localização do estado do Acre; B) Localização da Reserva extrativista Chico Mendes dentro do estado do Acre; C) Detalhamento da área da RESEX Chico Mendes e municípios compreendidos; D) Destaque para a colocação Encontro I e respectiva área (Alves, 2018, p. 22).

Análise de dados

Para a análise de dados, entende-se que a rede hidrográfica tem extrema importância para a determinação de caminhos otimizados por serem barreiras físicas ou fator de impedância distinta no traçado para acesso aos recursos florestais (Machado, Calijuri, Ribeiro, Santos, & Franco, 2010; Martins, Guedes, Capobianco, & Silva, 2011). O MDE isoladamente possui pouca precisão em seus dados finais para análises hidrológicas, dessa forma foram feitos processos para a obtenção de melhor representação do escoamento das águas superficiais (Figura 4), gerando um Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Condicionado (MDEHC).

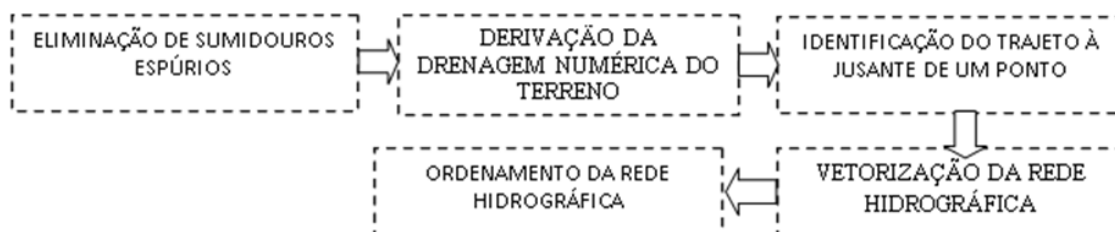


Figura 4. Fluxograma demonstrando os processos para obtenção de melhor representação do escoamento das águas superficiais (Adaptado pelo autor de Ribeiro et al., 2017).

Nesta etapa foi construída uma rede com os respectivos custos (tempo) de se percorrer a área em busca de identificar o melhor percurso conectando uma origem a um destino. Os custos foram calculados a partir das impedâncias consideradas, que neste trabalho é a inclinação do terreno (acline e declive), assumindo-se que percorrer a hidrografia leva o dobro do tempo do terreno. Entenda-se ‘melhor’ como: menor custo, menor distância, menor tempo, mais seguro, de maior beleza cênica, entre outros (Ribeiro et al, 2017). Neste trabalho

¹Do tipo GeoTiff cena s11_w069_1arc_v3 (United States Geological Survey [USGS], 2018).

a melhor rota está associada ao menor tempo e este à inclinação. Logo, a velocidade de caminhada foi calculada em função da inclinação no percurso, adotando-se a função de Tobler (Tobler, 1993), assim definida:

$$W = 6e^{-3.5 \left| \frac{dh}{dx} + 0.05 \right|}$$

$$\frac{dh}{dx} = S = \tan \theta$$

em que:

W = velocidade de caminhada (km h⁻¹);

S = inclinação da rampa;

dh = diferença de elevação entre os pontos extremos da rampa;

dx = distância horizontal em linha reta entre os extremos da rampa;

θ = ângulo entre as extremidades da rampa.

Em terrenos planos, dh = 0, a velocidade de caminhada é igual a 5,05 km h⁻¹. Enquanto a velocidade máxima de caminhada é atingida para percursos com declive de aproximadamente -5%. É fato que, em ambientes de florestas naturais, existem muitos outros fatores determinantes que servem como impedância para o caminhamento, principalmente na atividade de coleta da castanha, onde desde a quantidade de coletores até a coleta em castanheiras muitos distantes variam conforme o ano, local, renda da família entre outros fatores. Com isso optou-se, nesta primeira abordagem, em utilizar impedâncias físicas da área: inclinação e hidrografia, e estabelecer critérios quanto à dinâmica de execução da atividade, utilizando informações de tempo gasto na amontoa e quebra de ouriços. O passo a passo das ações até a valoração da atividade será descrito a seguir.

Melhor rota para visitar todas as castanheiras

Tomando-se como ponto de partida a casa do agroextrativista, foi gerada rota otimizada para visitar todas as castanheiras (115), que chamaremos de rota principal. Esta rota leva em consideração apenas a visitação, não há paradas para junta e quebra, por isso ela será usada apenas como a sequência ótima em que deve ser feita a atividade, que, em virtude de o número de castanheiras coletadas ser alto, foi necessária a formação de grupos de árvores para realização da atividade.

Criação de entrepostos para depósito temporário de castanhas oriundas de um conjunto específico de árvores

Com base na rota principal, foram criados entrepostos definidos pelo sistema como locais estratégicos na rota que podem servir como ponto de armazenamento e atender a demanda de outras árvores próximas. É importante ressaltar que os entrepostos não são novos locais criados na área e sim castanheiras que estão na rota principal; dessa forma todas as castanheiras foram consideradas como entrepostos potenciais e pontos de demandas a partir de suas localizações geográficas, a fim de se escolher a que está em melhor localização, considerando um conjunto de castanheiras vizinhas. Com isso, foram gerados 08 entrepostos, visando melhor distribuição dos pontos de demandas (castanheiras) e em virtude de a hidrografia dividir a área em duas partes bem distintas.

Rotas para cada entreposto

Para cada entreposto foram geradas novas rotas, uma para cada entreposto (08), com saída e destino na árvore selecionada com melhor localização para atender as castanheiras.

A valoração utilizou o somatório da variável tempo gasto nas ações que compõem a atividade de coleta da castanha (Tabela 1), este tempo foi posteriormente convertido para dias, considerando 08 horas/dia e finalmente convertidos para valor em reais, considerando o valor da diária local. A produção total baseou-se nos valores médios de produção por árvore, monitorados pela Embrapa Acre, sendo depois convertidos por quantidade de latas de castanha *in natura* e o valor médio/lata pago ao agroextrativista, na região.

Tabela 1. Ações que compõem a atividade de coleta com características e unidade de tempo utilizado.

Ações	Características	Tempo (unidade)
Deslocamento	Casa – Entreposto de referência	h
	Entre árvores (entreposto)	h
Junta de ouriços	Em cada árvore	h
Quebra de ouriços	Em cada árvore	h

Fonte: Elaborada pelos autores.

As informações de junta e quebra de ouriços foram baseadas em informações obtidas por meio de comunicação pessoal (Pesquisadores Embrapa) e bibliografias consultadas (Almeida, 2016; Bayma et al., 2014; Pacheco & Scussel, 2006; Wadt & Kainer, 2012), onde obtiveram-se os seguintes parâmetros exemplificados na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros utilizados nesse estudo.

Atividade	Quantidade (unit)	
	1 hora	8 horas*
Junta de ouriços	120	960
Quebra de ouriços	Aproximadamente 188	1500

*1 dia de trabalho

Fonte: Elaborado pelos autores.

A dinâmica de coleta da castanha-do-Brasil varia de local para local, conforme a configuração de relevo, presença de rios, utilização de trilhas existentes da extração de outros produtos, como a seringueira e, é claro, conforme as características do coletor como: idade, ocupações, renda, entre outros.

Critérios estabelecidos²

Visando uma representação próxima à realidade do coletor e com olhar às questões ergonômicas desta atividade, foram estabelecidos alguns critérios para a modelagem da atividade:

Dinâmica de visitação às castanheiras na época da coleta

A queda dos ouriços coincide com os períodos de chuva na região, e de modo geral os castanheiros esperam o fim do pico de produção (queda dos ouriços) para entrar na floresta, por questões de segurança, já que são poucos os que utilizam os Equipamentos de Segurança Individual (EPI's). Dessa forma, o castanheiro entra na floresta para coletar o máximo de ouriços em uma visita. Portanto, estabeleceu-se que não há revisita às árvores e a produção é levada até o entreposto definido pelo sistema.

Peso máximo transportado manualmente

A CLT – Consolidação das Leis do Trabalho, art. 198 (Brasil, 2017) e Convenção OIT n. 127 (Organização Internacional do Trabalho [OIT], 1967), determina que o peso máximo que pode ser carregado por uma pessoa é de 60 kg para homens e 25 kg para mulheres para trabalho ocasional e 20 kg para trabalho contínuo (art. 390 da CLT) (Brasil, 2017). Para alguns autores, como Couto (2002), esse peso é alto, principalmente quando comparado aos valores das normas Internacionais. A Comunidade Europeia (European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA], 1989) determina 25 kg, enquanto a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH, 2023), entidade que determina os limites de tolerância, definiu como aceitável 32 kg.

Para os cálculos necessários, levou-se em consideração que a atividade de coleta da castanha é realizada em um determinado período de tempo e que o transporte dentro do castanhal é feito, quase majoritariamente, pelo gênero masculino. A fim de atingir o mais próximo da realidade local, definiu-se o peso de 45 kg como referência a ser carregado pelo coletor adotando-se margem de 10 kg para mais ou para menos, ou seja, 35 kg como valor mínimo e 55 kg como máximo, para fins de cálculo do presente estudo.

Neste sentido, organizou-se a dinâmica da seguinte forma: O coletor começa a visitação no início do dia, seguindo a trilha otimizada de visitação às castanheiras, junta e quebra os ouriços. Se o peso de castanhas *in natura* de uma determinada árvore é inferior a 55 kg, o coletor carrega esta produção até a árvore seguinte da trilha e repete o processo de junta e quebra, até atingir o limite de peso máximo estabelecido (55 kg) e segue para o entreposto ao qual a árvore pertence. Exceções foram permitidas para atender ao primeiro critério (não há revisita às árvores) com retorno aos entrepostos com pesos inferiores ao mínimo, em virtude de adaptação quando a próxima árvore é altamente produtiva e cujo somatório do peso poderia ultrapassar um pouco o limite máximo estabelecido e/ou quando o tempo se aproxima das oito (8) horas trabalhadas. Em todas as situações não houve transporte de castanhas cujo peso chegasse a 60 kg. Foram adicionados 10% nos valores de tempo gasto para deslocamento entre árvores, conforme o coletor possua uma carga e precise dirigir-se com ela até a próxima árvore e 15% ao retornar com a carga máxima ao entreposto.

²Todos os valores são relativos ao ano de 2018.

Dia trabalhado

Uma das principais características do trabalho de coleta da castanha é a informalidade em várias dimensões: não há jornada definida, a coleta é sazonal, os coletores podem trabalhar individualmente ou em grupo, entre outros. Dessa forma, adotou-se o valor de 8 horas como valor máximo permitido conforme o art. 58 do marco legal de Consolidação das Leis do Trabalho- CLT (Brasil, 2017). Nesse sentido, foram obtidas as horas de trabalho gastas pelo extrativista por dia de trabalho e tempo total para exercer a atividade de coleta na área. Tendo-se por base estas variáveis totais de tempo gasto e valor da diária, estes foram convertidos para valores em reais, considerando dias/homem.

Resultados e discussão

A área de estudo apresenta 115 castanheiras que são de fato coletadas pelo agroextrativista e estão distribuídas uniformemente em 145 hectares, com densidade igual a $0,8 \text{ árv} \text{ há}^{-1}$ (Figura 5).

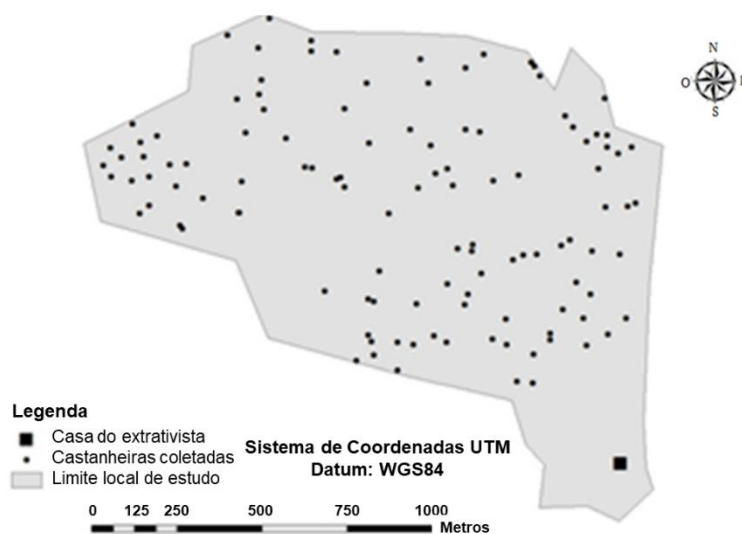


Figura 5. Mapa de localização das árvores mapeadas por espécie no local de estudo (Alves (2022, p. 29).

A partir do MDE foram identificados aspectos texturais, topográficos e hidrológicos que serviram para a compreensão da forma do terreno (Figura 6). Destaca-se que por meio da geração de MDEHC (Modelo Digital de Elevação Hidrograficamente Corrigido) a hidrografia foi modelada com base nas áreas de menores altitudes do MDE, conforme Ribeiro et al. (2017) e segundo o trabalho de Munaretti (2016) em um castanhal na região de estudo, que verificou a coincidência entre as duas variáveis.

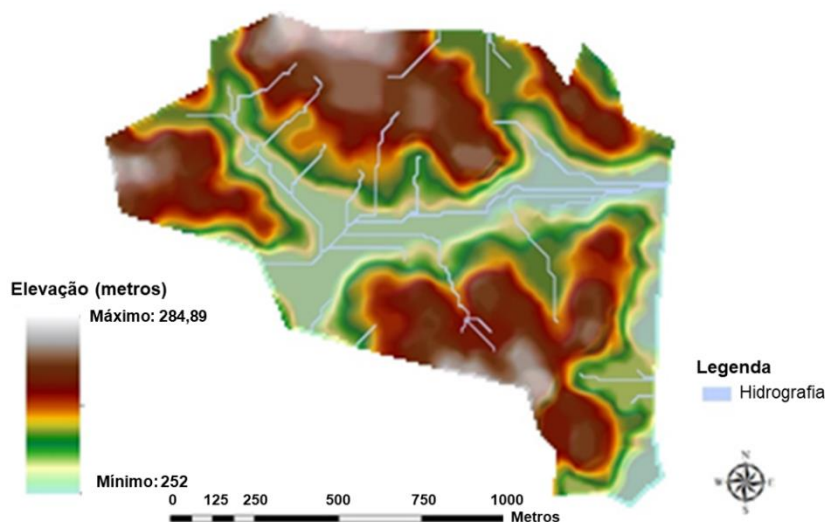


Figura 6. Geração de MDEHC com hidrografia nas menores altitudes (Alves, 2022, p. 29)

As estimativas de valores mínimo, máximo, média e desvio padrão das altitudes geradas pelo MDE não variam muito, apontando baixas declividades (Tabela 3).

Tabela 3. Valores máximos, mínimos, média e desvio padrão para as altitudes do local de estudo.

Mínimo (m)	Máximo (m)	Média (m)	Desvio padrão
252	284,89	264,70	7,67

Fonte: Alves (2022, p. 30).

O Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos classifica as condições de declividade do relevo em seis categorias: plano (0 a 3%); suave ondulado (3 a 8%); ondulado (8 a 20%); forte ondulado (20 a 45%); montanhoso (45 a 75%); escarpado ($\geq 75\%$) (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa], 2006). Desta forma, a colocação Encontro I possui predominância de declividades onduladas ou forte onduladas (Figura 7), que representam dificuldade da passagem do traçado e maior esforço laboral; porém, estas áreas representam uma pequena porção da área de estudo.

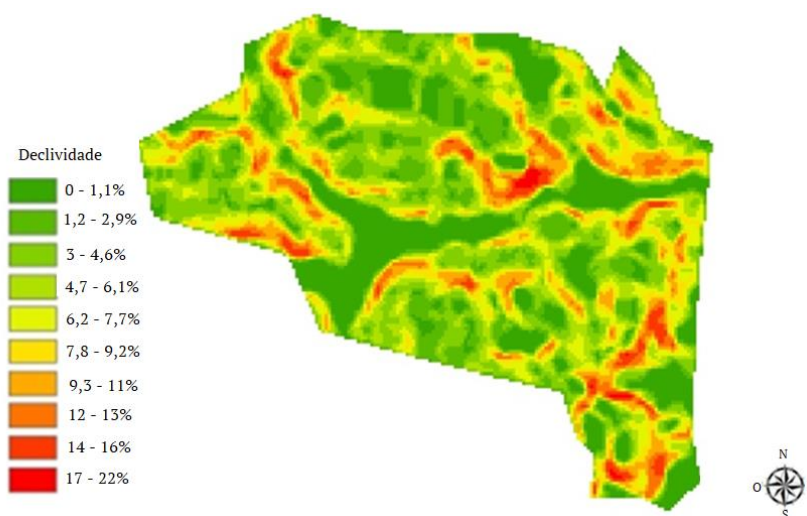


Figura 7. Classes de declividade do terreno (Alves, 2022, p. 30).

É importante ressaltar que na área de estudo os igarapés de maiores dimensões estão localizados na parte central da área. Dessa forma, as áreas com hidrografia receberam custos mais altos para que a passagem de uma trilha pela malha hidrográfica ocorresse somente quando necessário. Um conjunto de dados de rede (Network Dataset) foi gerado com os respectivos custos (tempo) associados a cada segmento de linha (Figura 8), onde busca-se identificar o melhor percurso conectando uma origem a um destino, a partir dos quais os custos são avaliados e são a base para a geração da trilha otimizada. Segundo Ribeiro et al. (2017) o conjunto de dados de rede funciona com custos associados aos arcos ou arestas que representam a ligação entre dois pontos de interesse, que são os nós da rede.

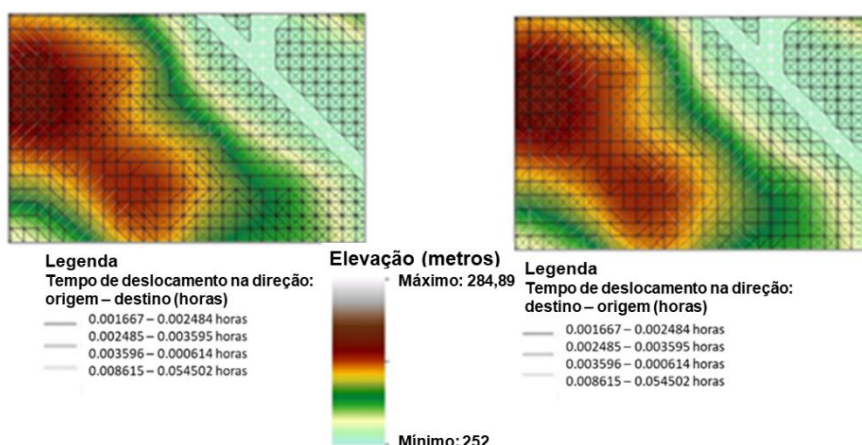


Figura 8. Tempos de caminhada de ida e volta em função da inclinação do terreno (Adaptado de Alves, 2022, p. 31).

Melhor rota para visitar todas as castanheiras

A rota principal gerada (Figura 9) mostra a sequência ótima a ser seguida pelo agroextrativista para a visita das 115 árvores no terreno a partir de sua casa, possui distância total de 10.760,9 m e tempo total de 2 horas 30 minutos. Observa-se que a rota otimizada passa, em alguns trechos, por locais em que há presença de hidrografia, apesar de esses trechos terem sido considerados como barreiras relativas, onde receberam um custo maior que o restante do terreno. O sistema identificou a passagem por eles como mais viável do que por outro caminho com base no tempo de caminhada, tendo como impedância a inclinação do terreno. A melhor rota não significa necessariamente o menor caminho e sim o melhor caminho, observadas as barreiras definidas durante o processo.

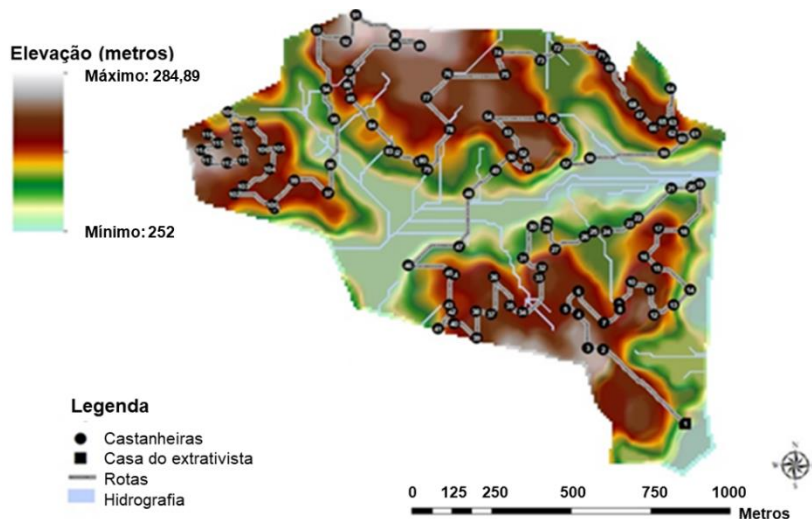


Figura 9. Rota principal otimizada gerada a partir da localização de cada castanheira (Alves, 2022, p. 32).

A rede hidrográfica, baseada nos pontos de altitude mais baixos do MDE, pode e deve ser refinada com informações mais precisas de nascentes, rios intermitentes, áreas alagáveis. Para este trabalho com fins de pesquisa, este fato não foi considerado em virtude da logística de acesso ao local. É importante ressaltar que o tempo apresentado para a rota principal refere-se apenas à passagem pelas árvores, não há paradas, tendo sido a mesma utilizada nas demais operações.

Criação de entrepostos para atender demandas

Definiu-se a quantidade de entreposto em 8 (oito) para atender ao número de árvores no local. Assim, o sistema definiu as melhores árvores para servirem de entreposto para atender as demais que estão próximas a eles, sempre considerando a velocidade de Tobler, ou seja, a declividade, a fim de minimizar o custo de impedância. A Figura 10 apresenta os resultados dos entrepostos e a indicação por linhas retas de quais árvores são atendidas por cada entreposto.

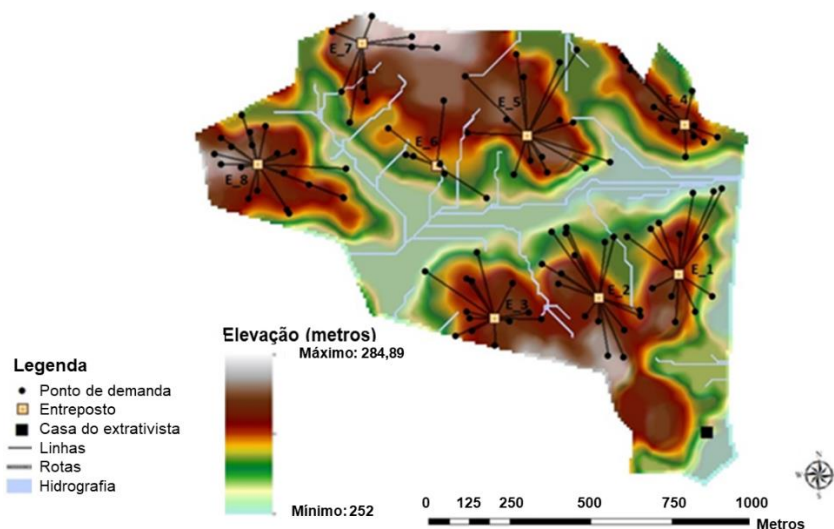


Figura 10. Definição de pontos estratégicos/entreposto para acesso as árvores no local de estudo (Alves, 2022, p. 33).

Rotas para cada entreposto

A Tabela 4 apresenta a divisão de árvores atendidas por cada entreposto e respectiva altitude em metros da árvore de referência.

Tabela 4. Divisão das árvores por entreposto criado e altitude.

Entreposto	Nº de árvores atendidas	Altitude (m)
1	15	270,64
2	17	272,00
3	14	270,47
4	13	272,00
5	16	274,00
6	8	264,07
7	11	278,25
8	21	276,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

As rotas otimizadas foram geradas para cada entreposto e apresentam a sequência ótima a ser efetuada pelo agroextrativista para cada entreposto com saída e retorno à árvore de referência (Figura 11). Percebe-se que em alguns momentos o caminhamento passa por áreas de hidrografia, assim como a rota principal.

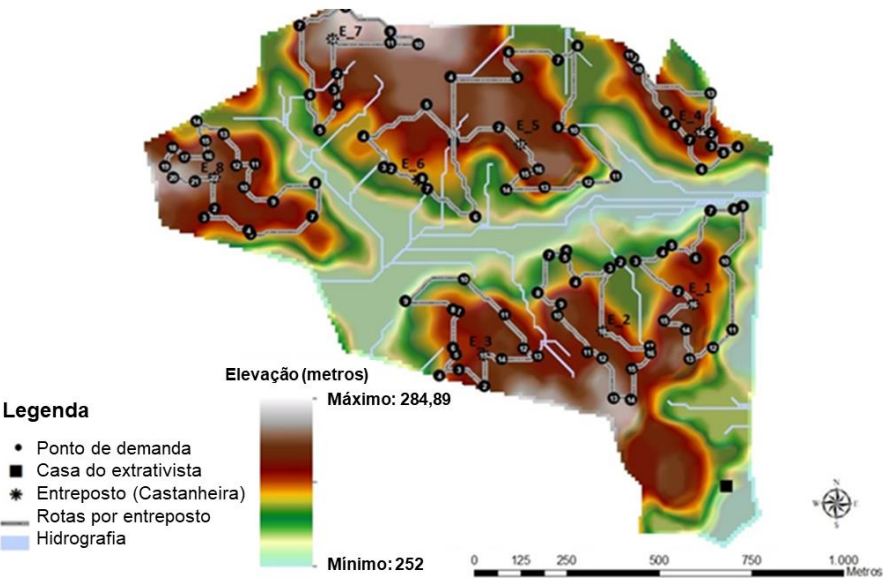


Figura 11. Rotas para cada entreposto no local de estudo (Alves, 2022, p. 33).

A Tabela 5 apresenta as distâncias e tempo total para se percorrer todas as árvores em cada entreposto, a partir da árvore de referência do respectivo entreposto. Percebe-se que o entreposto 6 é o que possui menor distância e tempo, visto que possui o menor número de castanheiras (8) para visita  o, enquanto o 5    o que possui maior distância e tempo, porém não a maior quantidade de castanheiras. Isto pode ser explicado pelo fato de as castanheiras atendidas por este entreposto estarem mais distantes entre si e da árvore de referência do entreposto.

Tabela 5. Distâncias (metros) e tempo total (horas) para visita  o dentro dos oito entrepostos.

Entreposto	Distância total a percorrer (m)	Tempo total (h)
1	1439,5	0,31
2	1445,5	0,31
3	1251,6	0,28
4	1074	0,25
5	1902,7	0,43
6	1022,7	0,23
7	1252,9	0,28
8	1581,9	0,35

Fonte: Elaborada pelos autores.

Valoração da atividade

A partir da simulação da atividade de coleta descrita na Tabela 1 foram obtidos os custos, tempo em horas, totais e por entreposto para as ações analisadas (Tabela 6). Verificou-se que não é possível concluir as atividades em um entreposto em apenas um dia de trabalho (8 horas), porém em alguns casos ao término da atividade em um entreposto e sobrando tempo para completar o dia foi possível iniciar atividades no entreposto seguinte, seguindo a trilha. O entreposto com maior tempo para execução da atividade foi o 8 e o menor foi o 6, com 40,96 e 16,84 horas, respectivamente.

Com os respectivos custos em horas, também foi possível obter quantos dias de trabalho seriam necessários para executar a atividade de coleta, apresentada na Tabela 7. Os valores de peso das sementes e quantidades de viagens necessárias respeitaram a variação entre 35 e 55 kg carregadas pelo coletor, por questões ergonômicas. Percebe-se que o entreposto 5 e 9 possuem a maior quantidade de viagens a serem feitas, 9 viagens para ambos. Enquanto o entreposto 6 é o que possui menor quantidade, pelo fato de atender a menor quantidade de árvores também.

Tabela 6. Quantificação dos tempos gastos na atividade de coleta da castanha-do-Brasil.

Entreposto	Tempo total de caminhada (h)	Tempo total de junta (h)	Tempo total de quebra (h)	Tempo total por entreposto (h)
1	1,70	16,76	10,55	29,02
2	1,94	20,56	13,16	35,66
3	1,93	14,28	9,14	25,35
4	2,31	16,36	10,47	29,13
5	3,81	21,39	13,69	38,89
6	2,47	8,76	5,61	16,84
7	3,48	13,92	8,91	26,30
8	5,28	21,76	13,93	40,96
Soma total	22,92	133,79	85,46	242,15

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 7. Variáveis peso, quantidade de viagens e dias de trabalhos para a atividade de coleta da castanha na área de estudo.

Entreposto	Peso total (kg)	Qtd viagens com peso $\pm$ 45 kg	Dias de trabalho
1	329,83	7	4
2	411,17	8	4
3	285,67	6	4
4	327,17	7	4
5	427,83	9	5
6	175,17	4	3
7	278,33	6	4
8	435,17	9	5
Total	2670,33	53	33

Fonte: Elaborada pelos autores.

Apesar de o entreposto 2 possuir a segunda maior quantidade de árvores atendidas (17), o peso total de sementes coletadas não é o segundo maior, e sim o terceiro. O entreposto 5 possui o segundo maior peso total de sementes e é o terceiro maior em quantidade de árvores (16). Este fato está relacionado à presença de árvores de alta produção em maior quantidade no entreposto 5 do que no 2.

O preço em média pago ao produtor/extrativista por lata (10 ~ 11 kg) de castanha na região é R\$ 50,00. Segundo Bayma et al. (2014), que fez um levantamento de custos da produção da castanha no Acre, há várias despesas que, geralmente, não são computadas, e o principal insumo para a atividade é o serviço que, em geral, não é contabilizado no preço de venda. Adotando-se o valor de R\$ 50,00 por lata vendida o extrativista terá um valor bruto de R\$ 13.351,65 com a venda total da produção.

Entende-se que muitas vezes o valor pago é muito abaixo do que seria um preço justo, visto o esforço laboral, tempo e perigos à que o coletor está sujeito na floresta. Soma-se a isto os gastos com equipamentos, materiais, alimentação, combustível, entre outros recursos durante a coleta. Um estudo sobre a implementação de recursos computacionais para apoio ao processo logístico de coleta em castanhais foi desenvolvido por Alves Neto, Salame e Silva (2022) com o objetivo de facilitar o processo de escoamento da produção a partir da ancoragem de cabos aéreos móveis nas árvores. Os autores concluíram que o protótipo facilita os cálculos necessários para ancoragem, além de possibilitar o registro de sua produção e um mapeamento das castanheiras.

Santos et al. (2003), ao avaliar os gastos e rendimentos com a coleta da castanha em diferentes locais, verificaram o valor de R\$ 930,30 de custos totais para a coleta da castanha na região de Epitaciolândia – Acre, divididos entre custos fixos e custos variáveis. Nenhum estudo até então realizado computou mais diretamente os custos envolvidos na fase da coleta, no que diz respeito aos deslocamentos na área. Quanto à remuneração de mão-de-obra, adotou-se o valor de R\$ 50,00 dia⁻¹ h⁻¹. Dessa maneira, as 242,15 horas trabalhadas na atividade de coleta equivalentes a 33 dias tem um custo de aproximadamente R\$ 1.650,00. Acrescido a este valor, adotou-se os custos de abertura/limpeza de trilhas e materiais gerais, incluindo alimentação, no total de R\$1.800,00, dando uma despesa total de R\$ 3.450,00, não computando-se os custos de retirada da produção do castanhal para o paiol, que depende do método adotado.

Conforme a dinâmica aplicada à atividade, os dias trabalhados podem diminuir com o maior envolvimento como o aumento do número de coletores, o que normalmente acontece, reduzindo os dias trabalhados. Santos et al. (2003) complementa que a etapa de coleta propriamente dita é responsável por cerca de 68% dos custos totais, enquanto o transporte da produção corresponde a 32%. Dessa maneira, verificou-se a necessidade de implantação de um sistema de transporte para que a produção seja escoada a partir dos entrepostos até a casa (paiol).

Conclusão

Com o olhar atento à questão social e ergonômica da atividade de coleta da castanha-do-Brasil, é possível perceber a necessidade de ajustes, não no sentido de adequar o homem ao trabalho, mas sim o trabalho ao homem. A atividade de coleta é uma das etapas realizadas pelo produtor primário e possui papel fundamental na geração de renda para as famílias agroextrativistas na região. A valoração da atividade é necessária para a manutenção da cadeia produtiva, para o reconhecimento do agroextrativista por meio da remuneração justa e para os impactos positivos na conservação da sociobiodiversidade.

O uso de geotecnologias foi o ponto chave do presente estudo e reflete o entendimento da importância do uso tecnológico em prol da defesa da garantia de direitos das populações por meio da remuneração justa e bem-estar. A otimização do traçado de trilhas para facilitar o acesso às castanheiras e as rotas para escoamento da produção, configura-se como uma inovação e incremento à valoração do trabalho como uma opção para o planejamento da etapa de coleta, demonstrando que é possível ‘precificar’ o trabalho de coleta dos agroextrativistas utilizando também as variáveis do relevo e hidrografia. Entretanto, validações e inclusão de outros elementos são necessárias, a fim de que os métodos possam refletir, de forma mais precisa, as realidades do campo enfrentadas pelos agroextrativistas. Espera-se com esse estudo, ampliar a discussão para questões que norteiem a formação de preços mínimos definidos pelos órgãos públicos e o pagamento justo pelos produtos e serviços oferecidos pelas populações tradicionais guardiãs da floresta.

Referências

- Almeida, H. P. N., & Rezende, M. G. G. (2023). A agricultura familiar e estratégias de conservação na comunidade de Novo Remanso: família, trabalho e saber. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, 44(3), e67538. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascihumansoc.v44i3.67538>
- Almeida, J. J. A. (2016). *Castanha do Pará na Amazônia: entre o extrativismo e a domesticação*. São Paulo, SP: Paco Editorial.
- Alves Neto, R., Salame, M. F. A., & Silva, K. E. (2022). Implementação de recursos computacionais para apoio ao processo logístico de coleta em castanhais. In Anais da 18ª *Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Amazônia Ocidental* (p. 57-58). Manaus, AM. Recuperado de <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1143137/1/XVIII-Jornada-IC-p57a58.pdf>
- Alves, T.C.V. (2018). *Valoração da atividade agroextrativista de coleta da castanha-da-Amazônia: um estudo de caso*. Monografia (Centro Universitário do Norte). Manaus - Amazonas.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH].(2023). Guide to occupational exposure values (oevs). Recuperado de https://www.techstreet.com/standards/2023-guide-to-occupational-exposure-values-oevs?product_id=2523343
- Brasil. (2017). Consolidação das leis do trabalho – CLT. Brasília, DF: Senado Federal.
- Bayma, M. M.A., Malavazi, F. W., Sá, C. P., Fonseca, F. L., Andrade, E. P., & Wadt, L. H. O. (2014). Aspectos da cadeia produtiva da castanha-do-brasil no estado do Acre, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 9, n. 2, p. 471-426.

- Couto, H. A. (2002). *Ergonomia aplicada ao trabalho em 18 lições*. Belo Horizonte, MG: Ergo.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa]. (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa]. (2012). *Acervo de imagens*. Recuperado de https://www.embrapa.br/en/busca-de-imagens/-/midia/todos?_buscamidia_WAR_pcebusca6_1portlet_delta=10
- Environmental Systems Research Institute [ESRI]. (2017). *ArcGIS® Desktop: release 10.3.1*. Redlands, CA: Esri.
- European Agency for Safety and Health at Work [EU–OSHA]. (1989). *Council Directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work (89/391/EEC)*. Recuperado de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:01989L0391-20081211:EN:NÃO>
- Fearnside, P. M. (2006). Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica*, 36(3), 395–400. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000300018>
- Lorenzi, H. (2016). *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil* (Vol. 1). São Paulo, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- Machado, K. J., Calijuri, M. L., Ribeiro, C. A. A. S., Santos, R. S., & Franco, G. B. (2010). Determinação automática da capacidade de armazenamento de um reservatório. *Revista Brasileira de Cartografia*, 62(1), 239–245. DOI: <https://doi.org/10.14393/rbcv62n0-43704>
- Marcatti, G. E. (2013). *Caminhamento ótimo para acesso às parcelas de inventário florestal* (Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- Martins, V. S., Guedes, H. A. S., Capobianco, G. V., & Silva, D. D. A. (2011). A importância do condicionamento hidrográfico no estudo morfométrico de bacias. In *Anais do 15º Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto* (p. 5418–5425). Curitiba, PR.
- Mori, S. A., & Prance, G. T. (1990). Taxonomy, ecology and economic botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb. e Bonpl.: Lecythidaceae). *Advances in Economic Botany*, 8(1), 130–150.
- Moritz, A. (1984). *Estudos biológicos da floração e da frutificação da castanha-do-brasil (Bertholletia excelsa H.B.K)* (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 29). Belém, PA: EMBRAPA-CPATU. Recuperado de <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/387228>
- Munaretti, A. M. (2016). *Otimização do traçado de trilhas em áreas de manejo para Produtos Florestais não Madeiros (PFNMs)* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- Organização Internacional do Trabalho [OIT]. (1967). *Convenção n. 127 da OIT. Convenção relativa ao peso máximo das cargas que podem ser transportadas por um só trabalhador*. Recuperado de https://www.ilo.org/brasilia/convencoes/WCMS_235578/lang--pt/index.htm
- Organizações da Nações Unidas [ONU]. (2023). *Objetivos do Desenvolvimento Sustentável*. Recuperado de <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>
- Pacheco, A. M., & Scussel, V. M. (2006). *Castanha-do-brasil, da floresta tropical ao consumidor*. Florianópolis, SC: Editograf.
- Ribeiro, C. A. A. S., Marcatti, G. E., Munaretti, A. M., Silva, K. E., Almeida, D. R. A., Vasconcelos, V. S., & Neto, E. L. V. (2017). *Otimização do traçado de trilhas para acesso a recursos florestais naturais* (Documentos, 134). Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental.
- Santos, A. J., Hildebrand, E., Pacheco, C. H. P., Rochadelli, R., & Pires, P. T. L. (2003). Produtos não madeiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. *Floresta*, 33(2), 215–224. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v33i2.2275>
- Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza [SNUC]. (2000). *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.html
- Tobler, W. (1993). *Three presentations on geographical analysis and modeling: non – isotropic geographic modeling; speculations on the geometry of geography and global spatial analysis*. Santa Barbara, CA: National Center for Geographic Information and Analysis.

- Tonini, H., & Pedrozo, C. A. (2014). Variações anuais na produção de frutos e sementes de Castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl., Lecythidaceae) em florestas nativas de Roraima. *Revista Árvore*, 38(1), 133-144. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000100013>
- United States Geological Survey [USGS]. (2018). *EarthExplorerName*. Recuperado de <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Veloso, H. P. (1992). Sistema fitogeográfico. In IBGE. *Manual técnico da vegetação brasileira* (Manuais Técnicos em Geociências, n. 1). Rio de Janeiro, RJ: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- Wadt, L. H. O., Kainer, K. A., & Gomes-Silva, D. A. P. (2005). Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 211(3), 371-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.061>
- Wadt, L. H. O., & Kainer, K. A. (2012). Domesticação e Melhoramento de castanheira. In A. Borém, M. T. G. Lopes, & C. R. Clement (Eds.), *Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas* (p. 297-317). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa.
- Wadt, L. H. O., Marocolo, J. F., Guedes, M. C., Silva, & K. E. (2023a). Histórico da descrição botânica e características gerais. In L. H. O. Wadt, J. F. Marocolo, M. C. Guedes, K. E. Silva (Eds.), *Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor: aspectos sociais, econômicos e organizacionais* (p. 21-32). Brasília, DF: Embrapa.
- Wadt, L. H. O., Silva, K. E., Bayma, M. M. A., Botelho, S. C. C., Kaminski, P. E., Guedes, M. C., ... Silva, L. J. S. (2023b). Coeficientes técnicos de produção e biometria. In L. H. O. Wadt, J. F. Marocolo, M. C. Guedes, K. E. Silva (Eds.), *Castanha-da-amazônia : estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor: aspectos sociais, econômicos e organizacionais* (p. 245- 259). Brasília, DF: Embrapa.