

# Formação da cadeia produtiva do ouriço da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) para uso na produção de bioplástico

---

**Para:**

Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Idesam) e Programa Prioritário de Bioeconomia (PPBio)

**Projeto:**

“Bioplástico - formação de cadeia produtiva para pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico”

**Elaborado por:**

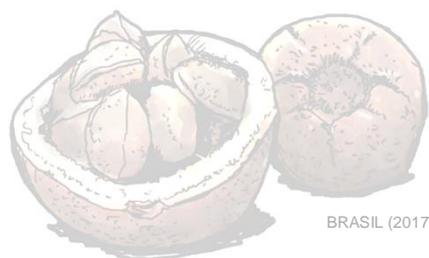
Floema Consultoria Socioambiental Ltda.

**Autores:**

Carolina Ramirez Mendez

Rafael Gomes Travassos

Liane Lima



BRASIL (2017)

Manaus  
Março, 2023

## SUMÁRIO

---

1	Introdução.....	3
2	O ouriço da castanha-do-Brasil como matéria-prima para bioplástico .....	5
2.1	Granulação do mesocarpo de castanha para bioplástico.....	7
2.1.1	Maquinário para moagem das fibras do mesocarpo da castanha .....	9
2.1.2	Granulometria para biocompósito de fibra do mesocarpo da castanha e PP .....	10
2.1.3	Granulometria para biocompósito de fibra do mesocarpo da castanha e PLA ou PBS 11	
2.2	Cronograma produtivo.....	12
2.3	Organização da cadeia produtiva .....	13
2.3.1	Campo .....	13
2.3.2	Usina de beneficiamento .....	14
2.3.3	Indústria.....	15
2.4	Etapas produtivas.....	15
2.4.1	Campo .....	16
2.4.2	Usina de beneficiamento .....	20
2.4.3	Indústria.....	22
2.5	Diagnóstico logístico .....	22
2.5.1	Das comunidades à floresta .....	23
2.5.2	Das comunidades à usina de beneficiamento .....	23
2.5.3	Da usina de beneficiamento ao polo industrial .....	24
2.6	Plano de produção .....	25
2.6.1	Caracterização do fruto da castanha .....	25
2.6.2	Caracterização do ouriço da castanha.....	26
2.6.3	Caracterização da semente da castanha .....	27
2.6.4	Histórico de compras, potencial e piloto.....	28
2.7	Estudo de viabilidade econômica.....	30
2.7.1	Precificação: Sacas comunidade.....	30
2.7.2	Precificação: Sacas usina .....	36
3	Considerações finais .....	48
4	Referência bibliográfica .....	50

## 1 INTRODUÇÃO

---

Entre 1950 e 2017, cerca de 9,2 bilhões de toneladas de plástico foram produzidas (ZAMORA et al., 2020) e mais de 75% já virou lixo (KAZA et al., 2018). Se as tendências atuais continuarem, os plásticos representariam de 10 a 13% (56 Gt CO<sub>2</sub>) do total de emissões de CO<sub>2</sub> até 2050. Diante do cenário mundial, onde as emissões de carbono precisam ser urgentemente reduzidas, a indústria de biopolímeros surge como uma alternativa de matéria-prima para a produção de itens plásticos com propriedades e aplicações muito similares ou idênticas às dos plásticos convencionais derivados de fontes não-renováveis.

Os biopolímeros, também conhecidos como bioplásticos, são feitos a partir de plantas ou microrganismos. É uma solução mais ecológica e sustentável para o planeta. Contudo, ainda representam menos de 1% das 359 milhões de toneladas de plásticos fabricados anualmente no mundo, mas a expectativa é que esse número evolua, chegando a mais de 5% até 2024 (JONES, 2020). O maior obstáculo para a fabricação de bioplásticos ainda é que a matéria-prima natural pode custar até o triplo em relação à do plástico convencional (VÄISÄNEN et al., 2016; TORRES et al., 2021), um entrave para as indústrias poderem cada vez mais realizar essa substituição.

Dessa forma, uma alternativa para o alto custo das matérias-primas naturais utilizadas na fabricação de plásticos seria a conversão de biorresíduos em insumos. Alguns exemplos de biorresíduos presentes nas cadeias produtivas da sociobiodiversidade da Amazônia são resíduos madeireiros, resíduos de sementes e caroços, cascas, fibras, entre outros. A biodiversidade da região amazônica pode ser chave para o desenvolvimento de um bioplástico inovador e com melhor impacto socioambiental (WTT, 2021). Além de gerar uma nova fonte de receita, tem-se uma melhor destinação dos resíduos das cadeias da sociobiodiversidade e agrega-se valor extra ao produto florestal originário (PAES et al., 2021).

O ouriço da castanha-do-Brasil é uma matéria-prima promissora para a produção de bioplásticos, com potencial para mitigar o impacto ambiental causado pelos plásticos à base de petróleo e fomentar a economia circular. Seu aproveitamento traz benefícios ambientais, sociais e econômicos, contribuindo para a sustentabilidade e a preservação da biodiversidade na região amazônica. No entanto, é importante destacar que a implementação de práticas de manejo sustentável e o desenvolvimento de tecnologias adequadas para o processamento do ouriço são fundamentais para garantir a viabilidade e o sucesso dessa iniciativa.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo geral desenvolver a cadeia piloto de matéria-prima pré-processada do ouriço da castanha-do-Brasil oriunda do interior do Amazonas. Para alcançar esse objetivo, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (1) identificar o pré-processamento adequado do ouriço da castanha-do-Brasil por meio da trituração e posterior acondicionamento para transporte; e (2) analisar a viabilidade econômica da cadeia produtiva considerando a disponibilidade de resíduos, o pré-processamento e a logística do interior até Manaus.

A utilização do ouriço da castanha-do-Brasil como matéria-prima para a produção de bioplásticos é uma oportunidade de inovar na produção de plásticos e, ao mesmo tempo, conservar a biodiversidade da região amazônica. A realização deste trabalho é fundamental para compreender as etapas e as condições necessárias para implementar a cadeia produtiva de matéria-prima pré-processada do ouriço da castanha-do-Brasil, garantindo a viabilidade econômica e a sustentabilidade dessa iniciativa.

## 2 O OURIÇO DA CASTANHA-DO-BRASIL COMO MATÉRIA-PRIMA PARA BIOPLÁSTICO

A *Bertholletia excelsa* H.K.B, conhecida popularmente como castanha-da-Brasil, castanha-do-Pará ou castanha-da-Amazônia, é uma espécie de grande importância socioeconômica para a Amazônia. A castanheira cresce sempre agregada, o que facilita sua colheita. É uma das maiores árvores da floresta, chegando geralmente a uma altura de 50 metros e possui tronco que pode chegar a 2 metros na sua base.

O fruto da castanheira é uma cápsula esférica, chamado na botânica de pixídio, que mede de 8 a 15 cm de diâmetro e podem pesar até 2 kg. O ouriço, composto pelo pericarpo (exocarpo + mesocarpo + endocarpo) do fruto (ver Figura 1), é uma estrutura grossa, lenhosa, dura, de cor marrom que pode conter entre 10 a 25 sementes de castanha (SALO *et al.*, 2013; SOUZA, WADT, 2021).



Figura 1. Estruturas do fruto da castanheira e suas partes. O pericarpo lenhoso, ou ouriço, envolve as sementes que são cobertas por uma casca dura (tegumento).

O estado do Amazonas é o maior produtor de castanha-do-Brasil sendo considerado o produto mais importante das comunidades extrativistas. O Amazonas possui 12 agroindústrias de beneficiamento, formadas por organizações da sociedade civil nos municípios de Amaturá, Boca do Acre, Beruri, Barcelos, Manicoré e Lábrea (IDAM, 2021) (Figura 2). Em 2021, estima-se que a produção em todo o Estado foi mais de 11,737 mil toneladas, sendo Humaitá o município com maior produção (IBGE, 2021).

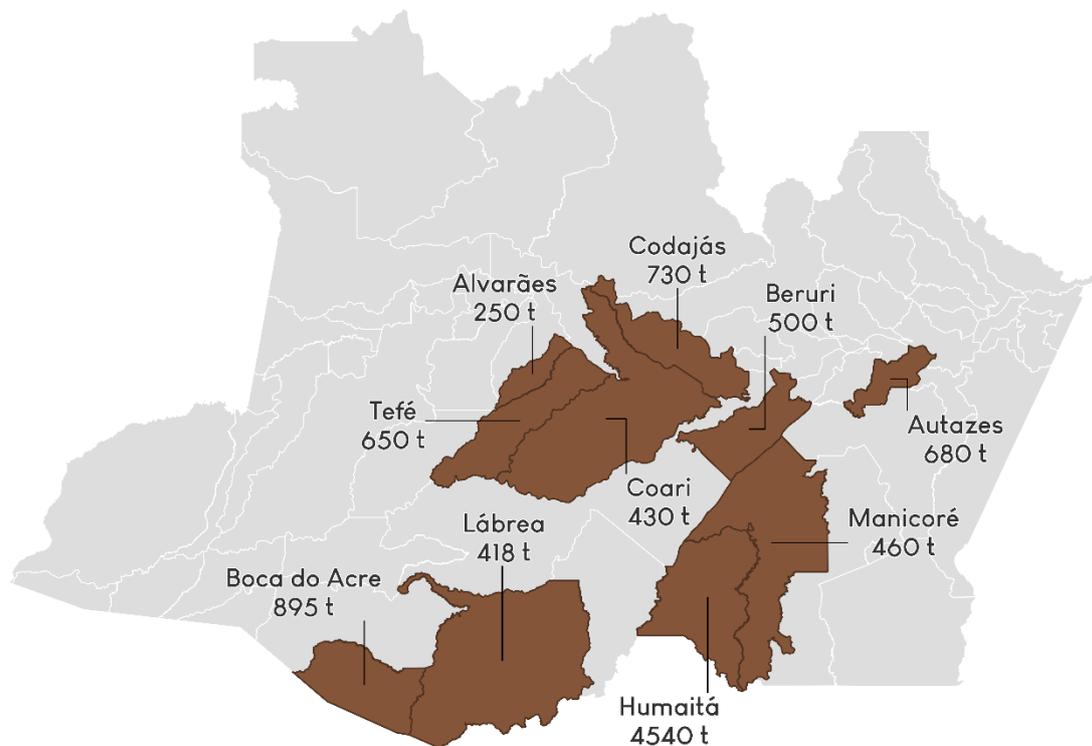


Figura 2. Valor de produção (Mil Reais) da castanha-do-Brasil dos municípios do Estado do Amazonas. Elaborado pelos autores. Fonte de dados: IBGE (2021).

No entanto, o potencial da castanheira não se limita à produção de castanhas, pois seu ouriço também pode ser utilizado como matéria-prima para outros produtos, ao representar 75% do peso do fruto da castanha (MÜLLER et al., 1995). O mesocarpo da castanha (ouriço sem casca), é composto principalmente de lignina (36,3%), celulose (33,9%) e hemicelulose (24,3%) (PETRECHEN, 2017), que são polímeros de origem vegetal que podem ser utilizados como matéria-prima para a produção de bioplásticos (CAMARGO, 2010).

Os biopolímeros, também conhecidos como bioplásticos, são feitos a partir de plantas ou microrganismos. É uma solução mais ecológica e sustentável para o planeta. Contudo, ainda representam menos de 1% das 359 milhões de toneladas de plásticos fabricados anualmente no mundo, mas a expectativa é que esse número evolua, chegando a mais de 5% até 2024 (JONES, 2020). O maior obstáculo para a fabricação de bioplásticos ainda é que a matéria-prima natural pode custar até o triplo em relação à do plástico convencional (VÄISÄNEN et al., 2016; TORRES et al., 2021), um entrave para as indústrias poderem cada vez mais realizar essa substituição.

Dessa forma, uma alternativa para o alto custo das matérias-primas naturais utilizadas na fabricação de plásticos seria a conversão de biorresíduos em insumos, como o mesocarpo da castanha-do-Brasil. A produção de bioplásticos a partir do ouriço da castanha pode ser

realizada por processos de extração e modificação química das fibras celulósicas presentes na casca. A celulose é um polímero natural abundante e pode ser transformada em diferentes tipos de bioplásticos, como polihidroxialcanoato (PHA) e o ácido polilático (PLA), que apresentam propriedades semelhantes aos plásticos convencionais, como resistência, maleabilidade e durabilidade. Contudo, segundo o Centro de Orquestração de Inovações (COI), existe um maior interesse no mercado pelos bioplásticos que substituam ao polipropileno, pois geraria um impacto maior no mercado de plásticos de uso único (WTT, 2021).

Além disso, a utilização do mesocarpo da castanha-do-Brasil no desenvolvimento de bioplásticos contribui para a valorização de resíduos agroindustriais, fomentando a economia circular e promovendo o aproveitamento integral da planta. Também, o uso do mesocarpo da castanha-do-Brasil como matéria-prima para bioplásticos também apresenta vantagens socioeconômicas. A exploração sustentável dessa fonte alternativa pode gerar empregos, principalmente em comunidades ribeirinhas e indígenas, e estimular a conservação da floresta amazônica. Isso ocorre porque a valorização do ouriço proporciona uma fonte de renda adicional, incentivando a conservação das árvores de castanha-do-Brasil e reduzindo a pressão por desmatamento.

## **2.1 Granulação do mesocarpo de castanha para bioplástico**

O presente documento considerou a produção do bioplástico polipropileno verde (PP verde, conforme sugerido pelo estudo da WTT (2021) para bioplásticos produzidos com insumos da região Amazônica. O polipropileno (PP) é o segundo termoplástico mais produzido no mundo, sendo produzido do gás propileno ou propeno (MALPASS e BAND, 2012). É utilizado na produção de embalagens flexíveis, cadeiras plásticas, brinquedos, copos plásticos, tupperware, tampas de refrigerante, seringas de injeção e autopeças (MAISPOLIMEROS, 2019). Em 2020, o PP foi o 89º produto mais comercializado do mundo, com um comércio total de US\$ 39,2 bilhões (OEC, 2020), representando um mercado global de importância e de grande oportunidade de substituição por bioplásticos.

Atualmente, o bioplástico que substitui o PP é chamado de “PP verde” e pode ser produzido de duas estratégias (ver Figura 3) para incorporar fibras amazônicas como cascas, resíduos madeireiros, resíduos de sementes e caroços, entre outros (WTT, 2021). A primeira alternativa é incorporar fibras amazônicas ao PP reutilizado, gerando um material com características melhoradas em relação ao PP puro. Contudo, o material não é biodegradável,

pois o PP é um derivado do petróleo. A segunda alternativa é a produção de um material completamente biodegradável, incorporado a fibra vegetal ao PLA (poliácido láctico) ou ao PBS (polibutileno succinato), gerando biocompósitos biodegradáveis (WTT, 2021). As duas alternativas de produção de materiais mencionadas visam a produção de biocompósitos, contudo, as fibras do ouriço da castanha-do-Brasil podem ser uma fonte potencial de açúcares para a produção de PLA e PBS, mas requer estudos adicionais para avaliar a viabilidade dessa abordagem.

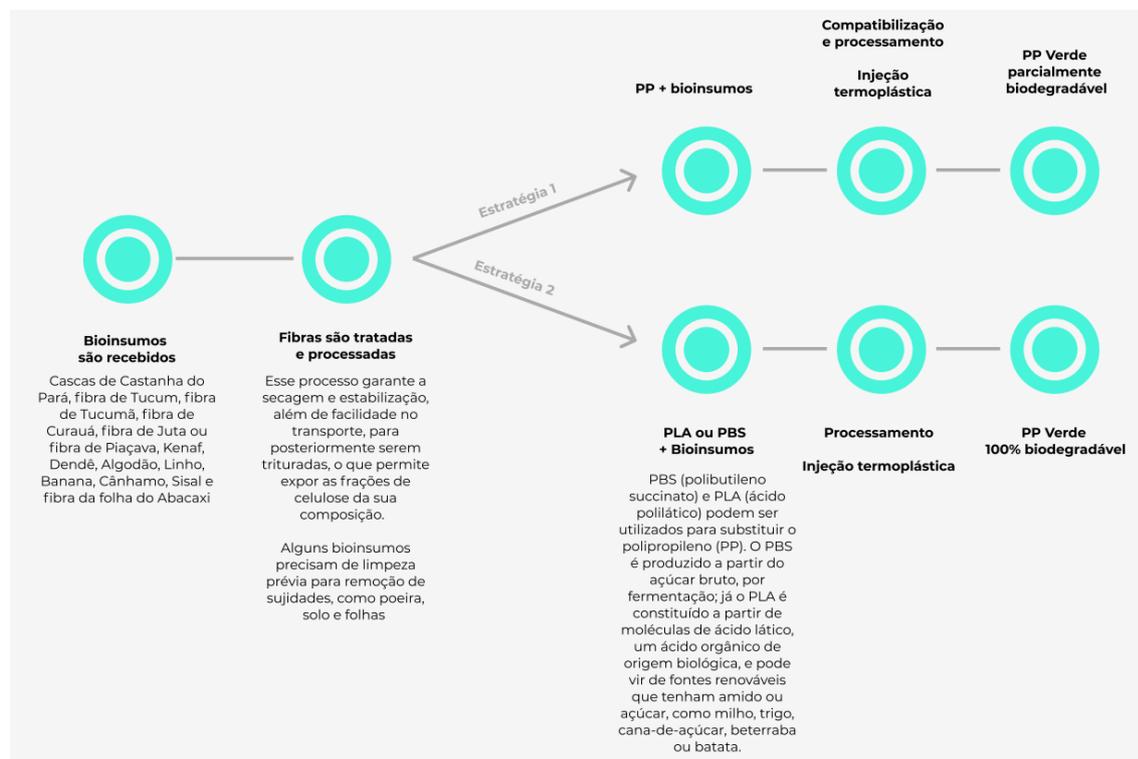


Figura 3. Estratégias de produção de PoliPropileno verde (PP Verde). Fonte: WTT (2021)

As duas estratégias mencionadas, produzem compósitos, que são materiais constituídos por duas fases: i) material contínuo e aglutinante denominado matriz, e (ii) material particulado, fibroso ou laminado, denominado de carga, disperso na matriz (ASTM, 2012; KARIAN, 2003). Os compósitos e biocompósitos, sendo alguma das suas partes material biológico, dependem de propriedades mecânicas como tamanho, comprimento e orientação da fibra no material aglutinante, chamado de matriz (KABIR *et al.* 2012). Em geral, a granulometria das fibras naturais para uso em compósitos com matrizes poliméricas varia de micrômetros até nanômetros. Em geral, a granulometria ideal para fazer bioplástico é a fibra fina, com o comprimento da fibra entre 0,5 mm e 55 mm. Fibras menores que 10 mm são comumente usadas em compósitos termoplásticos, enquanto fibras maiores que 10 mm são menos relatadas (GALLOS *et al.*, 2017). Uma granulometria menor pode ser preferível para garantir uma boa dispersão das fibras na matriz polimérica e facilitar o processamento do compósito.

Fibras mais finas tendem a ter uma área de superfície maior, o que pode melhorar a adesão entre as fibras e a matriz, resultando em um material com propriedades mecânicas aprimoradas.

Antes da moagem, o material precisa passar pela secagem a 50°-80°C por 24 horas até atingir a umidade relativa de equilíbrio de aproximadamente 65% (FARUK *et al.*, 2012; CAMPOS *et al.*, 2016; BARCZEWSKI *et al.*, 2018; YE *et al.*, 2022). Estudos realizados na elaboração de biocompósitos com o mesocarpo da castanha-do-Brasil pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) do Brasil usaram a seguinte metodologia (FERREIRA *et al.*, 2011; INAMURA *et al.*, 2013; CAMPOS *et al.*, 2016):

1. Para eliminar as impurezas, a fibra foi lavada e mantida em água destilada por 24h;
2. A fibra foi então seca a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas em estufa com circulação de ar;
3. A fibra seca foi reduzida a partículas de pó fino iguais ou menores que 250  $\mu\text{m}$  usando moinhos de bolas;
4. A fibra foi seca novamente a  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 h para reduzir o teor de umidade para menos de 2%.

### **2.1.1 Maquinário para moagem das fibras do mesocarpo da castanha**

Para converter o mesocarpo da castanha-do-Brasil em fibra, é necessário o uso de um moinho. Existem diversos tipos de moinhos no mercado, sendo os mais apropriados para o processo mencionado:

1. Moinhos de martelo: Esses moinhos utilizam um conjunto de martelos presos a um rotor que gira em alta velocidade. O ouriço é introduzido na câmara de moagem, onde os martelos o trituram contra uma placa de impacto. Essa ação resulta em uma moagem eficiente e uniforme, com boa capacidade de produção. Moinhos de martelo são conhecidos por sua versatilidade e podem ser ajustados para atingir a granulometria desejada.
2. Moinhos de disco: Nesse tipo de moinho, dois discos com superfícies abrasivas giram em sentido contrário, um fixo e outro rotativo. O ouriço é inserido entre os discos, que o trituram por atrito e cisalhamento. Os moinhos de disco geram partículas mais uniformes e podem ser regulados para produzir diferentes granulometrias. Eles são indicados para aplicações que demandam maior precisão e controle na moagem.
3. Moinhos de bolas: são equipamentos comuns na indústria de processamento de minérios e materiais em pó, e podem ser adaptados para processar materiais fibrosos, como o ouriço da castanha. Moinhos de bolas funcionam por meio da ação de esferas

de moagem, que são colocadas junto ao material no interior de um tambor rotativo. A rotação do tambor faz com que as esferas colidam com o material, quebrando-o em partículas menores. O tamanho das partículas pode ser controlado ajustando-se variáveis como o tempo de moagem.

A realização de testes em pequena escala com diferentes tipos de moinhos pode ajudar a determinar qual opção é mais adequada para sua aplicação específica. Contudo, para obter partículas na faixa de 250 nm (nanômetros) como sugerido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) (FERREIRA *et al.*, 2011; INAMURA *et al.*, 2013; CAMPOS *et al.*, 2016), o moinho de bolas é a opção mais adequada entre os moinhos de martelo, disco e bolas. Os moinhos de bolas são capazes de produzir partículas ultrafinas e têm sido amplamente utilizados na indústria para processamento de materiais em pó e nanomateriais.

### **2.1.2 Granulometria para biocompósito de fibra do mesocarpo da castanha e PP**

Petrenchen (2017) elaborou dois biocompósitos com o mesocarpo do fruto da castanha (ouriço sem casca) e o polipropileno homopolímero (PPh) e o polipropileno copolímero (PPc) heterofásico. O condicionamento do mesocarpo foi realizado nas seguintes etapas (ver Figura 4):

1. Limpeza do mesocarpo, retirando o exocarpo e endocarpo;
2. Escovação do ouriço com uma escova rotativa cônica de fios de aço, acoplado a uma furadeira elétrica;
3. Secagem dos ouriços em estufa a 60°C, por 24 horas;
4. Quebra dos ouriços em pedaços menores com auxílio de uma morsa.
5. Moagem dos ouriços no moinho de facas da marca Wittmann, modelo MAS1 (3CV) para obter uma partícula de tamanho menor que 4 mesh;
6. Moagem dos ouriços no moinho de martelos da marca Servitech, modelo CT-03 (2CV) para obter uma partícula de tamanho menor que 18 mesh;
7. Peneiragem das partículas com um agitador de peneiras magnético, malhas de 18 e de 50 mesh (1 e 0,297 mm).

Os dois polipropilenos foram moídos em um moinho de facas de bancada, obtendo partículas de 19 mm de diâmetro. Foram secos em estufa a 60°C por 24 horas. Ambos biocompósitos apresentaram bons resultados em relação a outros biocompósitos com fibras de madeiras e até à plásticos de maior custo que o polipropileno, em diversas combinações de propriedades.



Figura 4. Etapas de moagem do mesocarpo da castanha: A) Quebra do mesocarpo na morsa. B) Pedacos quebrados do mesocarpo para moagem no moinho de facas. C) Partículas menores que 4 mesh após moagem no moinho de facas. D) Partículas menores que 18 mesh após moagem no moinho de martelos. Fonte: (Petrechen, 2017).

A granulometria de outras fibras para a elaboração de biocompósitos de PP é variada. Para a produção de biocompósitos de PP com cânhamo foram reportados tamanhos de fibra de 0,49, 0,62 e 0,67 mm, com concentrações de fibra de 20, 30, 40 e 50% (VALLEJOS, *et al.*, 2012). Para sisal, o tamanho da fibra foi de 2,3 mm e para linho e algodão, 3,2 e 5,00 mm (HUBER *et al.*, 2008) e para madeira o comprimento da fibra pode variar de 0.2–1.0 mm (AWAL *et al.*, 2009)

### 2.1.3 Granulometria para biocompósito de fibra do mesocarpo da castanha e PLA ou PBS

O PLA (poliácido láctico) e PBS (polibutileno succinato) são biopolímeros biodegradáveis. O PLA é produzido a partir do ácido láctico, obtido por fermentação de açúcares de fontes como milho, cana-de-açúcar e beterraba. Já o PBS é produzido a partir de ácido succínico e 1,4-butanodiol, com o ácido succínico geralmente obtido a partir de fontes de glicose e 1,4-butanodiol derivado de recursos petroquímicos ou biológicos. Os biocompósitos que usam como matriz PLA e PBS estão sendo muito estudados. Contudo, até o momento, não existem suficientes estudos sobre preparação de biocompósitos com materiais lignocelulósicos da castanha-do-Brasil e matrizes de PLA (poliácido láctico) ou PBS (polibutileno succinato), que são biodegradáveis. Contudo, existem estudos de biocompósitos com as matrizes mencionadas e outras fibras vegetais.

Song *et al.* (2019) elaboraram biocompósitos de PLA e casca de nozes (*Juglans regia* L.). Os pesquisadores usaram uma peneira com uma tela de 35 mesh (~500 $\mu$ m) para o PLA e o uma peneira com tela de 300 mesh (~50 $\mu$ m) para a casca da noz. A média de tamanho de partículas de PLA é entre 300 - 700 $\mu$ m e a de noz é de 20 - 45 $\mu$ m. Barczewski *et al.* (2018) produziram biocompósitos de PLA e casca de noz da China (*Aesculus hippocastanum* L.). A

primeira moagem foi com um moinho de baixa velocidade Shini SC-1411 e depois moído em um moinho de alta velocidade Retsch GM 200 (n = 2000 rpm). A aplicação da moagem em duas etapas permite a preparação de carga natural não degradada para biocompósitos à base de PLA. As partículas da casca da castanha foram peneiradas no agitador vibratório com peneira de malha de 200 µm. O tamanho das partículas foram de 0,08 - 2000 µm. Os biocompósitos de matriz de PBS (polibutileno succinato) e fibras de juta usam partículas de diâmetro de 40 – 50 µm (LIU *et al.* 2009).

Cabe salientar que é recomendável experimentar diferentes granulometrias e condições de processamento para encontrar a melhor combinação para sua aplicação específica. Isso pode incluir testes de características mecânicas, como resistência à tração e flexão, bem como testes de estabilidade térmica e degradação para avaliar a performance do bioplástico em condições reais de uso.

## 2.2 Cronograma produtivo

O cronograma produtivo de uma cadeia produtiva define as atividades a serem realizadas e o tempo a serem executadas. Essa ferramenta garante que todas as etapas do processo sejam realizadas dentro do prazo e de acordo com o planejado. Na seguinte tabela segue a proposta de cronograma produtivo para a cadeia produtiva do ouriço da castanha.

Tabela 1. Cronograma produtivo da cadeia produtiva do ouriço da castanha-do-Brasil para a produção de bioplástico.

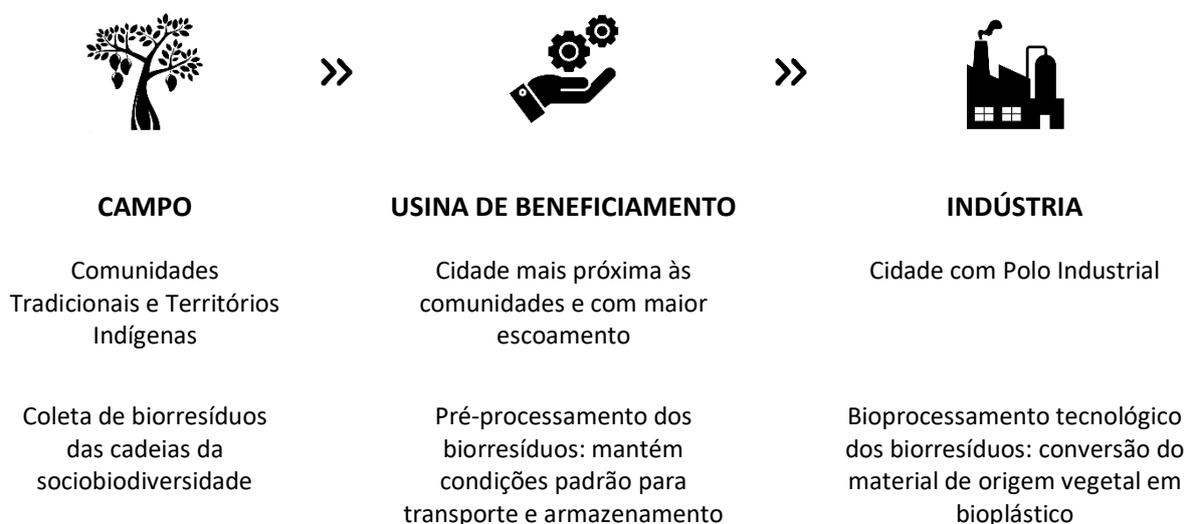
Atividades	Meses											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Etapas produtivas de campo</b>												
Mapeamento das castanheiras												
Limpeza de trilhas e base das castanheiras												
Coleta do fruto da castanha e beneficiamento das sementes (amêndoa + casca)												
Amontoamento dos ouriços												
Triagem dos ouriços												
Retirada do exocarpo (casca do ouriço)												
Lavagem e secagem do coco de ouriço												
Armazenamento do coco de ouriço												
<b>Etapas produtivas da usina de beneficiamento</b>												
Compra e transporte das sacas do coco de ouriço												
Secagem dos cocos de ouriço												
Quebra dos cocos de ouriço												
Moagem e produção de fibras												
Embalagem e armazenamento												
Venda e transporte												
<b>Etapas produtivas da indústria</b>												
Bioprocessamento tecnológico e químico												
Embalagem e armazenamento												
Comercialização												

Fonte: Autor

Cada etapa é descrita na seção 2.4 referente às etapas produtivas da cadeia. Assim como no guia “Boas práticas para coleta e pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico: ouriço da castanha-do-Brasil”.

## 2.3 Organização da cadeia produtiva

A organização da cadeia de valor dos ouriços da castanha uso na produção de Bioplástico está dividida em três grandes etapas produtivas: i) no campo, ii) na usina de beneficiamento e, iii) na indústria. Essa divisão pode ser usada para outros biorresíduos das cadeias da sociobiodiversidade da Amazônia que tenham potencial de ser matéria prima para a produção de bioplásticos.



### 2.3.1 Campo

A coleta da castanha-do-Brasil possui uma organização comunitária e familiar. Os coletores são grupos familiares de comunidades ribeirinhas conformados principalmente pelo núcleo familiar de 3 a 5 pessoas adultas aproximadamente. Tanto homens e mulheres participam da coleta, sendo as mulheres e crianças que principalmente se encarregam da triagem, lavagem e a quebra do ouriço. Principalmente os homens carregam e transportam os sacos de castanha, contudo, mulheres também participam dessa atividade. Já em comunidades indígenas, os grupos coletores podem ser de até 10 pessoas adultas, não necessariamente familiares, e, também, com participação de homens, mulheres e crianças.

A repartição das castanheiras nas comunidades ribeirinhas é por grupo familiar e decidem quais e quantas castanheiras cada família pode coletar. Cada grupo familiar é assignado para

coletar uma linha de 14 a 25 castanheiras e o lucro vai diretamente para a família. Já as comunidades indígenas apenas contam com um grupo coletor por comunidade que coleta aproximadamente 3 linhas de 50 castanheiras cada. O lucro é destinado para suprir alguma necessidade da aldeia, como a compra de um motor, rabetá ou outros insumos. Caso não exista uma necessidade imediata, o ingresso é guardado ou dividido entre os indígenas que trabalharam na coleta.

Caso exista a atuação de alguma cooperativa ou associação na região, as comunidades ribeirinhas e indígenas preferem vender os seus produtos para esses grupos organizados, pois o preço de compra dos sacos de castanha é mais rentável. Contudo, caso não exista, os produtos são vendidos para comerciantes e/ou atravessadores que pagam menos por saca de castanha. Também, existe a prática de “aviamento” que consiste no subsídio de recursos, insumos e alimentos por um “patrão”, atrelado à venda direta dos produtos apenas para esse “patrão”. No ano de 2022, a comunidade do Acimã, em Labrea/AM, vendeu 100% da sua produção para Associação dos Produtores Agroextrativistas do Sardinha (ASPACS). Outras comunidades vendem um aproximado de 80% para a associação e 20% para atravessadores.

Para a cadeia produtiva do ouriço da castanha se recomenda a venda direta das sacas para a Associação ou Cooperativa que terá uma usina piloto para a produção de fibras.

### **2.3.2 Usina de beneficiamento**

As associações e cooperativas possuem um papel muito importante no fortalecimento das cadeias produtivas, pois são as entidades que conseguem conectar as comunidades com o mercado. Estas organizações podem estabelecer um preço justo e competitivo pelo produto e realizar compras garantidas ao estabelecer parcerias com grandes empresas e compradores, garantindo ingressos às comunidades ribeirinhas e indígenas. Por exemplo, a Associação dos Produtores Agroextrativistas do Sardinha (ASPACS) compra óleo de copaíba, frutos de murumuru, frutos de andiroba de 40 comunidades em Lábrea, beneficiando 120 famílias. O principal comprador dos óleos desses frutos amazônicos é a empresa Natura. Por conseguinte, a associação ao estabelecer uma parceria sólida e de longa data, consegue garantir o manejo sustentável das cadeias produtivas e o bem-estar financeiro das comunidades.

Os locais das associações e cooperativas são geograficamente estratégicos, ficam nos municípios mais próximos ou em uma localidade central para as comunidades. Essas organizações possuem usinas de beneficiamento que atender alguns critérios básicos para

operação, como: acesso à energia 24 horas, água encanada, padrões de construção civil (luminosidade, ventilação). As usinas precisam atender processos de boas práticas e padrões sanitários de higiene para garantir a qualidade dos produtos produzidos.

A cadeia produtiva da fibra do ouriço da castanha-do-Brasil ainda não está estabelecida. Portanto, as associações e/ou cooperativas precisarão adaptar as suas usinas para a instalação dos equipamentos necessários para a obtenção das fibras do ouriço da castanha. Para tal motivo, é necessário levantar a capacidade elétrica instalada da usina, assim como identificar se o local possui espaço físico para a construção da infraestrutura necessária.

### 2.3.3 Indústria

Sendo que a cadeia produtiva da fibra do ouriço da castanha é uma demanda da indústria, a compra desse insumo está garantida e precisa cumprir com as especificações dos produtos que a indústria vai produzir. É necessário que a indústria aponte quais são os principais produtos para determinar as dimensões da fibra de castanha.

## 2.4 Etapas produtivas

Como mencionado na seção 2.3, referente à organização da cadeia produtiva, a estrutura da cadeia de valor do ouriço da castanha é dividida em 3 grandes etapas: campo, usina de beneficiamento e indústria. Cada etapa possui e fases e atividades de boas práticas sugeridas para garantir a obtenção da fibra do ouriço próprio para a indústria de bioplástico.



### **2.4.1 Campo**

As etapas de campo são classificadas em pré-coleta, coleta e beneficiamento. Cabe salientar que durante todas as atividades de campo os coletores devem usar equipamento de proteção individual: camiseta e calça comprida, camiseta, botas e galochas, para evitar acidentes durante a atividade.

#### **PRÉ-COLETA**

##### **Mapeamento das castanheiras**

Cada grupo coletor deve mapear a localização do castanhal e das castanheiras pois permite identificar as áreas onde as árvores estão concentradas e programar a coleta de forma mais eficiente, além de facilitar o monitoramento das árvores e a localização das mesmas. Algumas informações importantes que podem ser coletadas são:

- Ponto de GPS de cada castanheira
- Diâmetro à altura do peito
- Produtividade da árvore (em sacas, latas kilos)
- Número de ouriços produzidos
- Danos na árvore (copa quebrada, fuste quebrado, entre outros)

Cabe salienta que as comunidades que residem no interior de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, possuem zoneamentos e instrumento de ordenamento territorial, que viabiliza os limites territoriais para uso econômico das cadeias produtivas da sociobiodiversidade.

##### **Limpeza**

Essa etapa consiste em limpar o solo ao redor das castanheiras, retirar galhos e folhas secas que possam atrapalhar a coleta e remover os ouriços e frutos de safras anteriores ou que estão em mau estado. Durante a limpeza, as trilhas de acesso às castanheiras e a base das castanheiras devem ser limpas, cipós, galhos que cruzem o caminho devem ser removidos, assim como os ouriços velhos. Esta atividade pode ser realizada antes da safra da castanha, facilitando o acesso e o transporte das castanhas e ouriços. Limpar uma área fora do alcance da copa das castanheiras para amontoar os frutos.

## COLETA

### Coleta dos frutos

A queda dos frutos da castanha acontece durante a época de chuva, assim como, a coleta. Para coletar os frutos, é utilizado um instrumento chamado mão-de-onça ou pé-de-bode para evitar a coleta manual. Os coletores colocam os frutos em paneiros ou sacas de ráfia de 60 kg, que carregam sobre as costas, até encher e posteriormente armazenar.

### Amontoamento

Os frutos coletados são amontoados no espaço selecionado na etapa anterior de limpeza. É necessário verificar que ouriços de safras anteriores estejam perto da área de amontoamento para não contaminar os ouriços da safra atual.

Para evitar o contato dos frutos com o solo da floresta, se sugere colocar uma lona de plástico. Após a quebra do ouriço com o terçado e a remoção das castanhas, os ouriços devem ser amontoados sobre a lona até o final da colheita da castanha. Como o processo de decomposição do ouriço é lento, podendo levar até 6 meses, é possível manter os ouriços cobertos com uma lona, durante esse período de espera até o final da safra, para não acumular restos de folhas ou qualquer outro vestígio proveniente da floresta.



*Figura 5. Quebra do ouriço da castanha e empilhamento dos ouriços sem sementes. Crédito: Virgínia Álvares, Embrapa/AC.*

## BENEFICIAMENTO

### Triagem

Após o período da safra da castanha (posterior ao mês de março ou abril), os coletores retornam ao local de armazenado do ouriço para começar o processo de triagem dos ouriços. Apenas ouriços em bom estado são selecionados, e os que estão em estado de decomposição serão descartados. Esta etapa evita o transporte de cocos de ouriço que não serão comercializados. É importante que os coletores contabilizem a quantidade de ouriços bons e danificados obtidos por castanheira para determinar a capacidade produtiva da sua área.



*Figura 6. Ouriços em processo de decomposição. Créditos: Acervo Floema Consultoria Socioambiental Ltda.*

### Retirada do exocarpo, casca do coco de ouriço

Depois disso, ocorre a retirada da casca do ouriço (exocarpo), que corresponde a uma película de material flexível e fibrosa, de fácil remoção, que com a ajuda de um facão/terçado, poderá ser removida pelo coletor. Outra forma de retirada da casca do ouriço é através da submersão nos frutos em água, colocando-os de molho nos rios ou igarapés próximos do local de armazenamento, durante aproximadamente 30 minutos, para acelerar ou facilitar o processo de remoção.

Assim, sem as cascas, os ouriços ficarão apenas com o coco (chamaremos agora o fruto da castanheira de “coco de ouriço”, parte que será utilizada para o processo de beneficiamento. As cascas, junto com os ouriços já descartados na triagem, podem servir de adubo ou serão descartados adequadamente nas áreas de coleta da castanha.



*Figura 7. Retirada da casca do ouriço (exocarpo) com o facão. Créditos: Acervo Floema Consultoria Socioambiental Ltda.*

### **Lavagem e secagem**

Os cocos de ouriços serão colocados em sacos de ráfia limpos e transportados para a comunidade local, onde passarão pelo processo de lavagem e secagem. Dependendo das distâncias, o transporte poderá ser feito a pé, por canoas/rabetas, ou até mesmo por motos com carrocerias, ou quadriculos.

Os cocos são lavados no rio ou igarapé mais próximo da comunidade para retirada de vestígios de solo e folhas. Posteriormente os cocos são espalhados sobre as mesas ou sobre o piso telado do paiol - estrutura artesanal utilizada para secagem por meio da luz solar - para que se inicie o processo de secagem.

### **Armazenamento**

Após secos, os cocos de ouriços serão novamente armazenados nas sacas de ráfia de 60 kg e armazenados no paiol ou barracões, para posterior transporte para os pontos de coleta da cooperativa. Manter um espaçamento entre sacas de no mínimo 15 para melhorar a ventilação entre os sacos. É importante manter rotular cada saca e colocar o nome da comunidade de procedência, número de ouriços por saca e peso em quilos.



*Figura 8. Pesagem da saca de ouriço de castanha-do-Brasil*

Uma saca de 60 kg, ou 5 latas, pode armazenar 90 cocos de ouriço (apenas endocarpo). Lembrando que os cocos de ouriço não possuem a casca (exocarpo). O peso aproximado de um coco de ouriço é de 370 g, portanto 90 cocos de ouriço pesam aproximadamente 33,3 kg.

#### **2.4.2 Usina de beneficiamento**

As localizações das usinas de processamento são geograficamente estratégicas, ficam nos municípios mais próximos ou em uma localidade central para as comunidades. Importante mencionar que na usina acontece um processo fabril, mesmo que em muitas vezes de escala artesanal. Sendo assim, a infraestrutura da usina precisa atender alguns critérios básicos para operação, como: acesso à energia 24 horas, água encanada, padrões de construção civil (luminosidade, ventilação). As usinas precisam atender processos de boas práticas e padrões sanitários de higiene para garantir a qualidade dos produtos produzidos.

### **COMERCIALIZAÇÃO**

#### **Compra e transporte**

A cooperativa ou associação, que representa os coletores das comunidades locais daquela região, determina alguns pontos de coleta, para que tanto os coletores quanto os compradores tenham o melhor escoamento dos produtos.

Assim os coletores chegam com suas rabetas nos locais determinados, realizam a venda das sacas de coco de ouriços à cooperativa, associação ou comerciante. O comprador transporta as sacas por meio fluvial até a usina de processamento.

## **PRÉ-PROCESSAMENTO**

### **Armazenamento**

Uma vez na usina, os cocos de ouriço são armazenados em sacos sobre um estrado de madeira em um paiol ou local fechado, seco e arejado. Também, os cocos sobre podem ser espalhados nas mesas de madeira ou sobre o piso telado do paiol, ou local fechado.

### **Secagem**

O segundo processo de secagem dos cocos de ouriços é realizado sob condições controladas de temperatura e pressão. O material precisa passar pela secagem a 50° - 80°C por 24 horas até atingir a umidade relativa de equilíbrio de aproximadamente 65% (FARUK et al., 2012; CAMPOS et al., 2016; YE et al., 2022).

### **Quebra do ouriço**

Os cocos de ouriço podem ser quebrados em pedaços menores, caso o equipamento de moagem não consiga processar o coco de ouriço inteiro. Podem ser usados quebradores manuais ou automatizados.

### **Moagem**

Após secos, os cocos do ouriço devem ser triturados em um moinho de martelo, disco ou bolas. A escolha do equipamento dependerá do tamanho de partícula requerida para cada tipo de produto final. O processo de moagem ajudará a obter a granulometria desejada (<0,55 mm) na conversão das fibras vegetais e aumentar a superfície de contato durante a produção do bioplástico.

### **Embalagem e armazenamento**

As fibras vegetais serão embaladas por uma empacotadora em sacos plásticos de polietileno de alta densidade (HDPE) de 1 a 5 kg. Também, podem ser usados sacos de ráfia de 25 a 50 kg. Esses sacos são resistentes, impermeáveis e duráveis. A capacidade das embalagens pode ser ajustada conforme as necessidades de cada transporte, para que os sacos possam ser facilmente manuseados e transportados sem comprometer a qualidade das fibras. Cabe salientar que os custos de logística são normalmente realizados por volume e não por peso, portanto, sugere-se o uso de sacos maiores para o transporte das fibras.

Cada saco será identificado com uma etiqueta de identificação com informações sobre o tipo de fibra, a quantidade e a origem. Isso pode ajudar a garantir a rastreabilidade da fibra e evitar problemas com a qualidade e a segurança do produto final. As embalagens serão armazenadas em uma infraestrutura adequada com controle de temperatura e umidade.

## **COMERCIALIZAÇÃO**

### **Venda e transporte**

As embalagens contendo as fibras vegetais serão transportadas por meio fluvial (barcos fretes), terrestre (caminhões, carretas) ou aéreo para as indústrias de processamento das fibras vegetais, que produzem bioplásticos.

### **2.4.3 Indústria**

#### **Bioprocessamento tecnológico**

A transformação das fibras do ouriço da castanha em bioplástico será realizada em uma fábrica com as condições adequadas para realizar o bioprocessamento tecnológico e químico. O processo de transformação química pode gerar pellets de bioplástico ou o produto final como: embalagens flexíveis, cadeiras plásticas, brinquedos, copos plásticos, tupperware, tampas de refrigerante, seringas de injeção e autopeças.

#### **Armazenamento**

Os produtos serão embalados e armazenados adequadamente, evitando o intemperismo.

#### **Comercialização**

Uma vez produzidos os produtos finais com o bioplástico, a indústria agora será responsável pela comercialização.

### **2.5 Diagnóstico logístico**

A cadeia de produção e escoamento de produtos da floresta pelas comunidades da região amazônica é um processo complexo, que envolve múltiplas etapas logísticas. Otimizar esse processo é crucial para garantir economia de recursos e eficiência, beneficiando a economia local. A presente seção tem como objetivo analisar as opções de transporte disponíveis, a fim

de encontrar a melhor rota e a opção mais econômica para cada etapa, desde a coleta do ouriço da castanha na floresta até a chegada da fibra do ouriço beneficiada ao polo industrial dos estados da Amazônia Legal.

Sendo assim, e tomando por exemplo a região do município de Lábrea, o processo logístico engloba três etapas principais: i) da floresta às comunidades, ii) das comunidades à usina de beneficiamento, e iii) da usina de beneficiamento ao polo industrial. Para cada etapa, foram avaliadas as alternativas disponíveis de transporte e seus respectivos custos e benefícios.

### **2.5.1 Das comunidades à floresta**

As comunidades indígenas e ribeirinhas se deslocam até os castanhais em rabetas, podendo demorar entre 1 a 3 horas para chegar na beira do castanhal. Muitas vezes as castanheiras se encontram no início da floresta, mas na maior parte dos casos, os comunitários precisam andar até uma hora para chegar até o último castanhal da linha. Os ouriços da castanha estarão já armazenados em pilhas, portanto, os coletores não precisarão passar muito tempo dentro da floresta. Para o retorno da floresta para as comunidades, os coletores demoram de meia a uma hora a mais que gastaram na ida para chegar nas castanheiras, devido ao peso ao carregar as sacas de ouriço de castanha.

### **2.5.2 Das comunidades à usina de beneficiamento**

As cooperativas ou associações são as responsáveis da logística de transportar os insumos das comunidades até as usinas nas capitais dos municípios. Para o transporte das sacas do coco de ouriço de castanha das comunidades para a capital do município mais próximo, Lábrea, as seguintes opções podem ser consideradas:

1. Recreio: O espaço de carga durante o retorno do recreio das comunidades à Lábrea, tende a estar vazio e disponível para transportar cargas a baixo custo. O valor de transporte de uma saca de 60 kg varia entre R\$ 15,00 – R\$ 30,00.
2. Balsa: Possui uma capacidade máxima de carga de 80 toneladas, consumindo 800 litros de diesel para uma viagem de ida e volta de Lábrea-Comunidade Acimã-Lábrea. Além disso, precisa contratar 7 pessoas (1 comandante, 1 cozinheira e 5 ajudantes) e a alimentação. Considerando os custos mencionados, o preço de transporte por saca de 60 kg será de R\$ 8,50 aproximadamente. O custo não considerou a aquisição e manutenção da balsa.

Os meses de enchente do rio Purus são de novembro a maio, com pico em maio, e os meses de vazante são de junho a outubro, com mínimo em outubro (SILVA, 2017). Para o uso de recreio ou balsa se recomenda apenas o transporte das sacas durante o período de cheia do rio, novembro a maio, com uma duração de viagem aproximada de 2 dias até Lábrea. Caso o transporte seja feito a vazante, pode demorar até 5 dias, pois só navega de dia.

Uma vez a mercadoria chegada no porto de Lábrea, será transportada por um caminhão de 4 a 7 toneladas de capacidade até a usina de beneficiamento. Mais de uma viagem será necessária para transportar as sacas.

### **2.5.3 Da usina de beneficiamento ao polo industrial**

O transporte da usina de beneficiamento em Lábrea para o polo industrial de Manaus, pode ser realizado por transporte fluvial, terrestre e aéreo:

- Transporte fluvial: o custo de transportar uma saca de 60 kg no barco recreio de Lábrea-Manaus pelo rio Purus, é de R\$ 10,00 a R\$ 15,00 por saca. A duração da viagem na enchente é de 4 dias. O transporte também pode ser realizado por balsa.
- Transporte terrestre: o custo do transporte terrestre por caminhão desde Lábrea até Manaus precisa ser realizado em dois trechos: i) Transporte de Lábrea até Porto Velho, onde as sacas são transportadas em camionetes por R\$ 70,00 a saca. li) Transporte de Porto Velho até Manaus, onde o custo de transporte por saca é de R\$ 100,00. O transporte terrestre precisa ser realizado pela BR-230 e BR-319, esta última fica intransitável durante os meses chuvosos. O trajeto de Lábrea-Manaus não é um trajeto muito realizado, portanto, não existem empresas de transporte terrestre que realizem esse trajeto com frequência.
- Transporte aéreo: O transporte aéreo sai da cidade de Porto Velho/RO e o valor de levar uma saca é de R\$ 1.200,00/saca. Cabe destacar, que o transporte terrestre de Lábrea até Porto Velho é de R\$60,00/ saca.

Em síntese, a logística mais adequada para a coleta e escoamento da fibra do ouriço da castanha compreende o uso da rabeta no deslocamento dos coletores na floresta e na comunidade; das comunidades para a usina utilizando a balsa; o caminhão da ASPACS para o transporte do porto de Lábrea para a miniusina de beneficiamento e, finalmente, transporte fluvial para o transporte da usina de beneficiamento em Lábrea até a cidade de Manaus.

## 2.6 Plano de produção

O plano de produção da fibra do ouriço da castanha será realizado por safra anual usando os valores tomados na visita de campo na comunidade Acimã, em Lábrea/AM. A continuação é apresentada a caracterização do fruto, ouriço e as sementes da castanha que facilitarão a realização de projeção da coleta do ouriço da castanha para um projeto piloto de 5 comunidades de Lábrea/AM.

### 2.6.1 Caracterização do fruto da castanha

A Tabela 2, a seguir, composta por sub tabelas, fornece informações detalhadas sobre a distribuição de peso e as proporções das diferentes partes da castanha. A partir destes dados, podemos descrever a composição da castanha, o que facilitará nos cálculos de potencial produtivo do ouriço limpo (inteiro, sem casca e sem amêndoas).

Tabela 2. *Peso das partes da castanha-do-Brasil*

<b>Castanha</b>	<b>%</b>	<b>Peso médio (g)</b>
Fruto Inteiro	100%	820
Amêndoa + casca	25%	205
Ouriço + Casca	75%	615

	<b>%</b>	<b>Peso médio (g)</b>
<b>Ouriço + Casca</b>	100%	615,0
Casca	38%	233,7
Ouriço s/casca	62%	381,3

<b>Resumo</b>	<b>%</b>	<b>Peso médio (g)</b>
Fruto Inteiro	100%	820
Amêndoa + casca	25,00%	205
Casca do Ouriço	28,50%	234
Ouriço s/casca	46,50%	381,3

Fonte: Autor

A castanha é composta por três partes principais: fruto inteiro, amêndoa (com casca) e ouriço (com casca). A tabela mostra que o peso médio do fruto inteiro é de 820 gramas, sendo composto por 25% de amêndoa (com casca) e 75% de ouriço (pericarpo, composta por exocarpo, endocarpo e endocarpo). Isso significa que a amêndoa (com casca) tem um peso médio de 205 gramas, enquanto o ouriço (pericarpo) pesa, em média, 615 gramas.

Em relação ao ouriço, ele pode ser descrito de duas formas: ouriço com casca (pericarpo) e ouriço sem casca (endocarpo). A tabela indica que a casca corresponde a 38% do peso médio do ouriço (com casca), ou seja, 233,7 gramas. Já o ouriço sem casca representa 62% do peso médio do ouriço com casca, totalizando 381,3 gramas.

Ao analisar as informações de forma resumida, temos o seguinte cenário:

- Fruto inteiro: 100% de sua composição e peso médio de 820 gramas;
- Semente (amêndoa + casca): corresponde a 25% do peso médio do fruto inteiro, com peso médio de 205 gramas;
- Casca do ouriço (exocarpo): equivale a 28,5% do peso médio do fruto inteiro, pesando, em média, 234 gramas;
- Ouriço sem casca (endocarpo): representa 46,5% do peso médio do fruto inteiro, com peso médio de 381,3 gramas.

Com base nesta análise, é possível obter uma visão clara das proporções e dos pesos médios das diferentes partes da castanha, facilitando o entendimento de sua composição e permitindo um melhor planejamento de seu processamento e cálculos de potencial produtivo para comercialização futura.

### **2.6.2 Caracterização do ouriço da castanha**

Esta seção apresenta uma análise das características do coco de ouriço (apenas endocarpo, inteiro, sem casca e sem amêndoas) coletados na região de Lábrea/AM. Os dados são divididos em três categorias: quantidade e peso dos ouriços individuais (endocarpo), capacidade de armazenamento em sacas de ráfia e estimativa da coleta no ano 1, teste. A análise da Tabela 3 tem por objetivo fornecer informações detalhadas sobre uma possível coleta inicial de teste.

Tabela 3. Peso e contagem de ouriços numa saca de ráfia de 60 kg.

Ouriço (inteiro, sem casca e sem amêndoas)		
Quantidade	Peso (g)	Peso (kg)
1	381,3	0,3813

Saca	Nº de ouriços	Peso total (kg)
1	90	34,317

Produção anual p/grupo	
Sacos	Peso total (kg)
4	137,268
6	205,902
<b>Média</b>	<b>5</b>

Fonte: Autor

Um coco de ouriço (endocarpo, inteiro, sem casca e sem amêndoas) pesa, em média, 381,3 gramas, o que corresponde a 0,3813 kg; e cada saca é composta por até 90 ouriços, resultando em um peso total de 34,317 kg por saca. A média de produção de teste estabelecida foi de 5 sacos para cada grupo de coletores, apresentando um peso total médio de 171,6 kg.

### 2.6.3 Caracterização da semente da castanha

Esta sessão visa realizar uma análise da coleta de latas de semente de castanha (amêndoa + casca) realizada durante a safra anual de 2022, envolvendo cinco grupos de coletores que foram entrevistados na comunidade de Acimã. Os dados são divididos em três categorias: número de coletores, quantidade de latas coletadas e número de sacas produzidas. A Tabela 4, abaixo, fornece informações detalhadas de cada grupo, bem como o total geral dos resultados.

Tabela 4. Número de sacas e latas coletadas de sementes de castanha por grupos coletores do município de Lábrea numa safra anual em 2022.

Coleta de Latas Safra anual			
	Coletores	Latas	Sacas
Grupo coletor 1	3	60	12
Grupo coletor 2	10	800	160
Grupo coletor 3	5	300	60
Grupo coletor 4	24	350	70
Grupo coletor 5	4	2.400	480
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>3.910</b>	<b>782</b>

Fonte: Autor

- Grupo coletor 1, com apenas três coletores, obteve uma coleta de 60 latas, resultando em 12 sacas produzidas.
- Grupo coletor 2, composto por 10 coletores coletou 800 latas, gerando 160 sacas.
- Grupo coletor 3, com cinco coletores, coletou 300 latas e produzindo 60 sacas.
- Grupo coletor 4, mesmo possuindo o maior número de coletores (24), alcançou apenas 350 latas coletadas e 70 sacas.
- Grupo coletor 5, formado por quatro coletores, coletou 2.400 latas e produziu 480 sacas, superando todos os outros grupos.

Ao somar os resultados de todos os grupos entrevistados, o total geral da safra anual de 2022 é de 46 coletores, que coletaram 3.910 latas e produziram 782 sacas de sementes de castanha.

#### 2.6.4 Histórico de compras, potencial e piloto

A Tabela 5, a seguir, mostra um aumento na compra de sementes de castanha pela miniusina de beneficiamento da Cooperativa Mista Agroextrativista Sardinha (COOPMAS); no município de Lábrea/AM de 2021 para 2022. Em 2021, a compra total foi de 4.000 sacas, enquanto em 2022, a compra aumentou para 5.000 sacas, demonstrando uma capacidade de compra média nos últimos dois anos de 4.500 sacas.

*Tabela 5. Compra de saca de sementes de castanha (amêndoas + casca) pela usina de beneficiamento da COOPMAS (2021-2022).*

Comunidades	<b>35</b>
-------------	-----------

Quantidade	Castanha (amêndoas + casca)		Potencial Ouriço
	Latas	Sacas	Sacas
2021	20.000	4.000	7440
2022	25.000	5.000	9300
Média	22.500	4.500	8.370
<b>Média p/comunidade</b>	<b>643</b>	<b>129</b>	<b>239</b>

Fonte: Autor

Retomando os dados da Tabela 2, que mostra as porcentagens referentes à cada parte do fruto inteiro da castanha, é possível determinar o potencial produtivo, coleta, do coco de ouriço limpo (endocarpo, inteiro, sem casca e sem amêndoas) de acordo com os dados da quantidade de amêndoas compradas pela usina.

Dessa forma, em 2021, o potencial foi de 7.440 sacas, aumentando para 9.300 sacas em 2022, gerando uma média de potencial de ouriço limpo de 8.370 sacas. Sendo assim, a média potencial das 35 comunidades que venderam semente de castanha (amêndoa + casca) para a usina é de 239 sacas de coco de ouriço limpo (endocarpo), pouco mais de 8.200 kg por comunidade.

Dito isso, e realizando a junção dos dados coletados e apresentados nas sessões anteriores, e levando em consideração um projeto piloto com 5 comunidades, temos os seguintes dados desenvolvidos:

*Tabela 6. Potencial de sacas comercializadas do coco de ouriço no projeto piloto com cinco comunidades*

### **Projeto Piloto Ouriço**

Comunidades	5
-------------	---

Ano 1	Teste	Potencial
Sacas comercializadas	25	1.196

Fonte: Autor

No primeiro ano do projeto, está prevista a fase de teste, com a comercialização de 25 sacas, 5 sacas por comunidade. No entanto, o potencial de crescimento estimado é de 1.196 sacas, mais de 41 toneladas do coco de ouriço limpo (inteiro, sem casca e sem amêndoas), o que indica um grande potencial de desenvolvimento. A Tabela 7 a seguir apresenta a projeção do crescimento da produção de sacas ao longo dos anos para as 5 comunidades, imputando um crescimento anual aproximado de 130 sacas até o atingimento do potencial máximo:

*Tabela 7. Potencial produtivo total das sacas de coco de ouriço para 5 comunidades*

Ano	Total de sacas (projetado)
1	25
2	155
3	285
4	415
5	545
6	675
7	805
8	935
9	1.065
10	1.196

Fonte: Autor

## 2.7 Estudo de viabilidade econômica

O estudo da viabilidade econômica foi realizado com base nas informações coletadas e analisadas durante a visita de campo no município de Lábrea/AM. Os cálculos de precificação do produto incluem determinar a margem de lucro desejada e aplicar métodos de precificação, levando em consideração a distribuição dos custos fixos e variáveis de acordo com a produtividade testada ao longo dos anos e teve como base as informações de custos apontadas pelo coletores de castanha conforme as produções realizadas nos anos passados. A combinação desses fatores permitirá a definição de um preço adequado e da análise da viabilidade da cadeia de comercialização do ouriço da castanha-do-Brasil.

### 2.7.1 Precificação: Sacas comunidade

Consolidadas as informações sobre o projeto piloto e a projeção de um cenário de produção de sacas de coco de ouriço pelos próximos 10 anos, foi realizado o levantamento dos custos variáveis, dos custos fixos e o cálculo de uma margem de lucro para definir a precificação de cada saca vendida da comunidade para a usina de beneficiamento.

#### CUSTOS VARIÁVEIS

A análise dos custos variáveis é essencial para entender a evolução dos gastos em qualquer negócio ao longo dos anos. Os custos variáveis em questão incluem gasolina, óleo, mão-de-obra, alimentação, lavagem, secagem e ensacamento de um grupo coletor, simulando a coleta em pontos próximos e afastados da base da comunidade. A seguir, Tabela 8, apresentaremos uma análise baseada na Tabela 7, levando em consideração a variação desses custos ao longo de 10 anos.

Tabela 8. Custos variáveis (R\$)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Total de sacas	25	155	285	415	545
<b>Custos Variáveis</b>	<b>1.415</b>	<b>3.565</b>	<b>6.459</b>	<b>9.353</b>	<b>12.371</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>57</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Total de sacas	675	805	935	1.065	1.196
<b>Custos Variáveis</b>	<b>15.265</b>	<b>18.159</b>	<b>21.053</b>	<b>24.071</b>	<b>26.972</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>

Fonte: Autor

No Ano 1, com um total de 25 sacas produzidas, os custos variáveis totalizam R\$ 1.415,00. Isso resulta em um custo por saca de R\$ 57,00. À medida que a produção aumenta, os custos variáveis também crescem, mas o custo por saca diminui e se estabiliza, devido ao uso eficiente dos recursos disponíveis e dos gastos realizados, principalmente em se tratando do custo de combustível do deslocamento e transporte dos ouriços e da mão-de-obra.

No Ano 2, a produção aumenta para 155 sacas e os custos variáveis sobem para R\$ 3.565,00. Entretanto, o custo por saca diminui significativamente para R\$ 23,00, mostrando uma maior eficiência na aplicação dos recursos.

A partir do Ano 3, a produção continua a crescer, chegando a 285 sacas, 415 sacas no Ano 4, e assim por diante, até atingir 1.196 sacas no Ano 10. Os custos variáveis acompanham essa tendência de crescimento, aumentando de R\$ 6.459,00 no Ano 3 para R\$ 26.972,00 no Ano 10. No entanto, o custo variável por saca permanece estável em R\$ 23,00 ao longo dos anos 3 a 10, indicando que o grupo coletor conseguiu manter um nível constante de eficiência na utilização dos recursos, mesmo com o aumento da produção.

Em resumo, os custos variáveis, que incluem gasolina, óleo, mão-de-obra, alimentação, lavagem, secagem e ensacamento, cresceram ao longo dos anos conforme a produção aumentou. No entanto, o custo por saca diminuiu significativamente do Ano 1 para o Ano 2 e se manteve estável a partir do Ano 3, demonstrando que o grupo coletor conseguiu otimizar o uso dos recursos ao longo do tempo.

## **CUSTOS FIXOS E INVESTIMENTO DE CAPITAL**

Para este estudo, os custos fixos e investimento de capital não foram contabilizados, uma vez que considerou-se que os mesmos já são cobertos por outros produtos e atividades. Porém, cabe destacar que conforme o crescimento da produção de ouriço, haverá a necessidade de investir na construção de paiol para armazenagem dos mesmos nas comunidades.

## **LUCRO: INFLAÇÃO E MARGEM**

A inflação é um fator crucial a ser considerado na hora de avaliar o desempenho e a lucratividade. Um dos principais desafios enfrentados é garantir que os lucros gerados sejam capazes de superar a inflação, de modo a garantir o crescimento real do negócio. Dessa

forma, para analisar o lucro necessário que a comercialização de ouriços, da comunidade para a usina, e da usina para a indústria, deve alcançar para superar os impactos inflacionários, utilizaremos a média simples da inflação brasileira, medida pelo IPCA, referente aos anos de 2021 e 2022, segundo a tabela a seguir:

*Tabela 9. Média simples inflacionária*

Média inflacionária (IPCA)	
Ano	Valor
2021	10,06%
2022	5,79%
Média Simples	7,93%

Fonte: IBGE

A média inflacionária simples, calculada com base nos valores do IPCA em 2021 (10,06%) e 2022 (5,79%), resultou em 7,93%. Essa média foi escolhida como um indicador que representa o aumento geral dos preços e serve como um parâmetro inicial para auxiliar na avaliação do cálculo do desempenho do empreendimento em relação à inflação, embutindo esse valor dentro da margem de lucro para as vendas.

A margem de lucro é um indicador financeiro crucial para qualquer, pois representa a diferença entre o preço de venda de um produto e os custos envolvidos na sua produção e comercialização. Dentro do escopo da venda das sacas de ouriços pelas comunidades para o beneficiamento na usina, foi estabelecida uma margem de lucro, sem embutir a média da inflação de 7,93%, de 15%. Tal valor foi considerado levando em conta que as variações inflacionárias tendem a apresentar picos não detectáveis e porque os custos encontrados em comunidades do interior do Amazonas tendem a apresentar um valor maior do que a média inflacionária nacional calculada pelo IBGE.

Dessa forma, segundo a Tabela 100 a seguir, temos a soma dos valores da média inflacionária calculada com os valores obtidos dos últimos dois anos (2020 e 2021), 7,93%, mais o valor da margem de 15% estabelecida como um grau de proteção e como um valor com potencial de gerar lucro para as comunidades.

Tabela 10. Cálculo da Margem de Lucro

Média inflacionária (IPCA)	
Ano	Valor
2021	10,06%
2022	5,79%
Média Simples	7,93%

Margem de lucro s/inflação	15%
<b>Total</b>	<b>22,93%</b>

Fonte: Autor

Sendo assim, a margem utilizada para os cálculos de precificação dentro das simulações para 10 anos, utilizou o valor de 22,93%.

### CÁLCULO: CUSTO DA SACADA DO COCO DE OURIÇO DE 34KG

A Tabela 11 a seguir, mostra as projeções dos custos por saca do coco de ouriço (34kg, inteiro, sem casca e sem amêndoas) ao longo de 10 anos. Os custos são divididos em três categorias: custo fixo, custo variável e investimento de capital.

Tabela 11. Custos da saca do coco de ouriço de 34kg

Produto (R\$)					
<b>Saca de Ouriço (34kg)</b>	<b>Ano 1</b>	<b>Ano 2</b>	<b>Ano 3</b>	<b>Ano 4</b>	<b>Ano 5</b>
Custo Fixo	-	-	-	-	-
Custo Variável	57	23	23	23	23
Investimento de Capital	-	-	-	-	-
<b>Custo Total</b>	<b>57</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>
<b>Saca de Ouriço (34kg)</b>	<b>Ano 6</b>	<b>Ano 7</b>	<b>Ano 8</b>	<b>Ano 9</b>	<b>Ano 10</b>
Custo Fixo	-	-	-	-	-
Custo Variável	23	23	23	23	23
Investimento de Capital	-	-	-	-	-
<b>Custo Total</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>23</b>

Fonte: Autor

O custo variável permanece constante, sendo R\$ 57,00 no primeiro ano e R\$ 23,00 nos anos subsequentes por saca. Este tipo de custo, como demonstrado anteriormente, inclui despesas como mão de obra, insumos e logística e sua constância demonstra um cenário com um padrão de operação estável ao longo do tempo.

O custo total é a soma dos custos fixos, variáveis e do investimento de capital. No primeiro ano, o custo total é de R\$ 57,00 por saca, diminuindo significativamente no segundo ano para R\$ 23,00 por saca e se mantém constante, demonstrando uma certa estabilidade nos custos da operação.

Em resumo, as projeções de custos por saca de coco de ouriço ao longo dos 10 anos analisados mostram uma tendência de diminuição e estabilização dos custos.

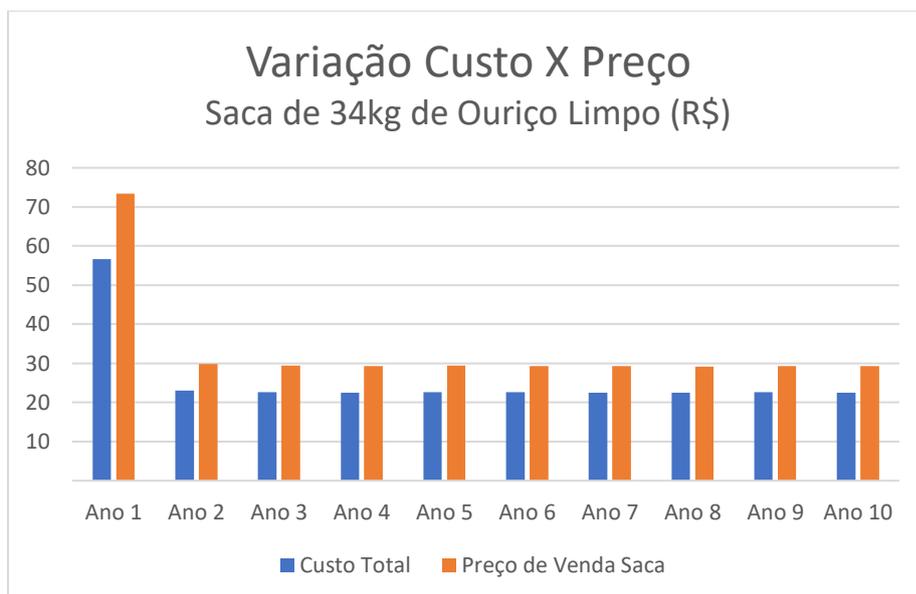
### **CÁLCULO: PREÇO DE VENDA SACAS DA COMUNIDADE PARA USINA**

A Tabela 12 apresenta as projeções dos preços de venda por saca e por kg de ouriço ao longo de 10 anos. É importante destacar que o preço de venda leva em consideração o custo total e uma margem de lucro fixa de 22,93% para cada ano.

*Tabela 12. Preço de venda por ano*

Preço de Venda (R\$)					
Saca de Ouriço (34kg)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Custo Total	57	23	23	23	23
Margem Lucro	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%
<b>Preço de Venda Saca</b>	<b>73</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
<b>Preço de Venda p/kg</b>	<b>2,16</b>	<b>0,88</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,87</b>
Saca de Ouriço (34kg)	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Custo Total	23	23	23	23	23
Margem Lucro	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%
<b>Preço de Venda Saca</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
<b>Preço de Venda p/kg</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>	<b>0,86</b>

Fonte: Autor



Fonte: Autor

A análise dos dados referentes à venda da comunidade para a usina mostra uma variação expressiva no preço de venda da saca de ouriço de 34 kg ao longo dos anos, começando em R\$ 73,00 no primeiro ano e diminuindo até R\$ 29,00 no décimo ano. Da mesma forma, o preço de venda por quilograma também sofre uma redução considerável, passando de R\$ 2,16 no primeiro ano para R\$ 0,86 no décimo ano.

Estabelecer um preço de venda excessivamente alto no início e reduzi-lo gradualmente ao longo dos anos pode se mostrar inviável para a cadeia produtiva ao longo do tempo. Isso ocorre porque a aceitação dessa redução nos preços pode ser vista como inviável pelos diversos atores envolvidos no processo de comercialização, comprometendo a sustentabilidade das operações e as relações comerciais estabelecidas.

Uma solução mais apropriada seria considerar o primeiro ano como um ano piloto, subsidiado por algum projeto ou programa que cobrisse todos os custos envolvidos, proporcionando à comunidade a oportunidade de testar e ajustar suas operações sem ter que lidar com os riscos financeiros associados à drástica variação dos preços de venda.

Adotando essa abordagem, a comunidade poderia estabelecer um preço de venda mais estável e realista desde o início, assegurando maior previsibilidade e viabilidade para seus membros e parceiros comerciais. Dessa forma, a comunidade estaria em uma posição mais confortável para tomar decisões e garantir o sucesso a longo prazo de suas operações, mantendo uma margem de lucro constante de 22,93% ao longo dos anos.

## **2.7.2 Precificação: Sacas usina**

### **PROCESSOS DE BENEFICIAMENTO E MAQUINÁRIO**

Após a aquisição das sacas de ouriços de castanha-do-Brasil provenientes das comunidades locais, a usina de processamento inicia as etapas de preparação e beneficiamento do produto. Lembrando que os custos de transporte das comunidades para a Usina e da Usina até o porto de Manaus são de responsabilidade da mesma.

#### **Secagem do Ouriço: maquinário**

A escolha da máquina ideal para secar o ouriço da castanha-do-Brasil dependerá das características do material, da capacidade de processamento, da eficiência energética e dos custos operacionais. Levando em consideração que a dureza e peso do ouriço se dá de acordo com o grau de umidade que o mesmo apresenta, então quanto mais seco, mais quebradiço ele se torna, e melhor para o processo seguinte que é a moagem. Aqui estão algumas opções comuns de secadores que podem ser usadas para secar o ouriço da castanha:

1. Secadores de bandeja ou estufas: São secadores simples e de baixo custo que usam bandejas ou prateleiras para colocar o material a ser seco. O ar quente é fornecido dentro da estufa para evaporar a umidade do material. Este tipo de secador é adequado para pequenas quantidades de material e secagem em lote. No entanto, eles podem ser menos eficientes em termos de energia e tempo de secagem.
2. Secadores de tambor rotativo: Esses secadores consistem em um tambor rotativo aquecido, onde o material a ser seco é introduzido. A rotação do tambor facilita a evaporação da umidade e o contato com o ar quente. Os secadores de tambor rotativo são adequados para secagem contínua e podem lidar com grandes volumes de material. Eles têm uma eficiência energética moderada e podem ser ajustados para diferentes condições de secagem.
3. Secadores de leito fluidizado: Nestes secadores, o material é suspenso em uma corrente de ar quente que flui através de uma câmara de secagem. O leito fluidizado promove uma secagem uniforme e rápida, com alta eficiência energética. No entanto, esses secadores podem ser mais complexos e caros em comparação com outras opções.
4. Secadores solares: São secadores que utilizam a energia solar para aquecer o ar e evaporar a umidade do material. Eles podem ser simples, como bandejas ou estufas solares, ou mais complexos, como secadores solares com ventilação forçada. Os

secadores solares são uma opção sustentável e de baixo custo operacional, mas dependem das condições climáticas podem ter menor eficiência e capacidade de processamento em comparação com outros tipos de secadores.

Ao escolher o secador ideal para o ouriço da castanha-do-Brasil, é importante considerar os fatores mencionados, como capacidade de processamento, eficiência energética e custos operacionais. A realização de testes em pequena escala com diferentes tipos de secadores pode ajudar a determinar qual opção é mais adequada de acordo com o produto final pedido pela indústria.

### **Moagem dos Ouriços**

Uma vez que o ouriço esteja devidamente seco, ele é encaminhado para a próxima fase: a moagem. Essa etapa é realizada por uma outra máquina especializada, projetada para triturar o ouriço em partículas menores. A moagem precisa ser executada com precisão para atender às exigências de qualidade do produto. A granulometria identificada como desejada para a indústria varia entre 50 e 200 micrômetros.

Para converter o mesocarpo da castanha-do-Brasil em fibra, é necessário o uso de um moinho. Existem diversos tipos de moinhos no mercado, sendo os mais apropriados para o processo mencionado:

1. Moinhos de martelo: Esses moinhos utilizam um conjunto de martelos presos a um rotor que gira em alta velocidade. O ouriço é introduzido na câmara de moagem, onde os martelos o trituram contra uma placa de impacto. Essa ação resulta em uma moagem eficiente e uniforme, com boa capacidade de produção. Moinhos de martelo são conhecidos por sua versatilidade e podem ser ajustados para atingir a granulometria desejada.
2. Moinhos de disco: Nesse tipo de moinho, dois discos com superfícies abrasivas giram em sentido contrário, um fixo e outro rotativo. O ouriço é inserido entre os discos, que o trituram por atrito e cisalhamento. Os moinhos de disco geram partículas mais uniformes e podem ser regulados para produzir diferentes granulometrias. Eles são indicados para aplicações que demandam maior precisão e controle na moagem.
3. Moinhos de bolas: são equipamentos comuns na indústria de processamento de minérios e materiais em pó, e podem ser adaptados para processar materiais fibrosos, como o ouriço da castanha. Moinhos de bolas funcionam por meio da ação de esferas de moagem, que são colocadas junto ao material no interior de um tambor rotativo. A rotação do tambor faz com que as esferas colidam com o material, quebrando-o em

partículas menores. O tamanho das partículas pode ser controlado ajustando-se variáveis como o tempo de moagem.

A realização de testes em pequena escala com diferentes tipos de moinhos pode ajudar a determinar qual opção é mais adequada para sua aplicação específica. Contudo, para obter partículas na faixa de 250 nm (nanômetros) como sugerido pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) (FERREIRA *et al.*, 2011; INAMURA *et al.*, 2013; CAMPOS *et al.*, 2016), o moinho de bolas é a opção mais adequada entre os moinhos de martelo, disco e bolas. Os moinhos de bolas são capazes de produzir partículas ultrafinas e têm sido amplamente utilizados na indústria para processamento de materiais em pó e nanomateriais.

## **ESTIMAÇÕES DE DADOS**

Devido à indisponibilidade de acessar informações mais detalhadas sobre o produto final desejado para o após beneficiamento, granulometria, quantidade, grau de umidade necessária, entre outros, foi utilizada uma média de preços conservadora para o investimento necessário na aquisição das máquinas de secagem e moagem, uma vez que dependendo das necessidades da indústria serão necessários tipos de máquinas de beneficiamento diferentes. Essa média leva em consideração o custo das máquinas, frete e montagem em uma miniusina em Lábrea/AM, totalizando R\$ 100.000,00.

Além dos custos iniciais, os custos variáveis relacionados às máquinas incluem a mão-de-obra e uma estimativa de consumo de energia elétrica para o funcionamento das mesmas. É importante ressaltar que, neste primeiro momento, não foi possível obter todas as informações sobre a miniusina de beneficiamento. Portanto, estamos considerando que os custos fixos já estão cobertos pela gestão da usina com a comercialização das amêndoas de castanha.

O custo fixo adicional levado em consideração é a depreciação do maquinário que será comprado. Outro detalhe é que os R\$ 100.000,00 elencados como necessário, atualmente (março 2023), destinados à compra do maquinário estão sendo contabilizados como investimento de capital.

Com isso, esperamos que, mesmo com a indisponibilidade de informações mais detalhadas, nossa estimativa conservadora de custos e investimentos proporcione uma base sólida para os cálculos a seguir. À medida que a indústria determinar o tipo de produto e a destinação final do mesmo, será possível ajustar ainda mais as informações sobre os custos para a usina

de beneficiamento garantindo estimativas, planejamento financeiro e cálculo da viabilidade mais apurados.

## CÁLCULOS

Considerando a aquisição de um secador e um moinho no valor total de R\$ 100.000,00, já com o frete e a instalação inclusos, apresentamos as seguintes tabelas de depreciação e custos fixos e variáveis relacionados ao longo de 10 anos. Lembrando que os valores mencionados se referem ao montante beneficiado de acordo com a produtividade crescente de sacas de ouriços limpos de 5 comunidades da região de Lábrea/AM (Tabela 6).

### Custos Variáveis

Os custos variáveis são compostos pelos salários das pessoas que operam as máquinas (R\$ 70/dia por máquina), Tabela 133, e pelos gastos com energia elétrica para o funcionamento das mesmas de acordo com a produção de cada ano, Tabela 14. A capacidade de secagem e moagem das máquinas foi considerada suficiente para acompanhar o crescimento na produção de sacas ao longo dos anos, operando 8 horas por dia e processando, cada, 600 kg/dia de ouriço limpo.

Tabela 13. Custo Variável: Operadores das máquinas

Ano	Total de Sacas	Dias de Operação	Mão de Obra (R\$/dia)	Mão de Obra (R\$/Safra)
1	25	2	140	280
2	155	9	140	1260
3	285	17	140	2380
4	415	24	140	3360
5	545	32	140	4480
6	675	39	140	5460
7	805	46	140	6440
8	935	54	140	7560
9	1065	61	140	8540
10	1196	69	140	9660

Fonte: Autor

Suponhamos que a máquina de moagem tenha um motor com potência de 10 kW e funcione por 8 horas por dia para atingir sua capacidade de moagem de 600 kg. Podemos calcular o consumo de energia diário da seguinte forma:

Consumo de energia diário (kW/h) = Potência (kW) x Horas de operação (h)

Neste caso teremos:

Consumo de energia diário (kW/h) = 10 kW x 8 h = 80 kW/h

Suponhamos que a máquina de secagem tenha um motor com potência de 40 kW e funcione por 8 horas por dia para atingir sua capacidade de secagem de 600 kg. Podemos calcular o consumo de energia diário da seguinte forma:

Vamos considerar um secador industrial elétrico com as seguintes características hipotéticas:

Consumo de energia diário (kW/h) = Potência (kW) x Horas de operação (h)

Consumo de energia diário (kW/h) = 40 kW x 8 h = 320 kW/h

Assim, com base nesta estimativa, uma máquina de secagem com capacidade de 600 kg por dia consumiria aproximadamente 320 kW/h de energia diariamente.

No entanto, é importante lembrar também que esta é apenas uma suposição e o consumo de energia real pode variar dependendo das especificações e condições da máquina de secagem em questão. Também vale ressaltar que existem diferentes tipos de secadores, como os de ar quente, os de bandeja e os de tambor rotativo, que podem ter diferentes níveis de consumo de energia

Tomando por base o valor do kWh em Lábrea/AM de R\$ 1,05, temos o custo energético total na Tabela 144.

Tabela 14. Custos variável: Energético

Ano	Total de Sacas	Peso Total (kg)	Dias de Operação	KW/dia	Custo Energético Total (R\$)
1	25	858	2	400,00	840,00
2	155	5320	9	400,00	3.780,00
3	285	9781	17	400,00	7.140,00
4	415	14243	24	400,00	10.080,00
5	545	18704	32	400,00	13.440,00
6	675	23166	39	400,00	16.380,00
7	805	27627	46	400,00	19.320,00
8	935	32089	54	400,00	22.680,00
9	1065	36551	61	400,00	25.620,00
10	1196	41012	69	400,00	28.980,00

Fonte: Autor

Sendo assim, a soma dos custos variáveis, sem custos logísticos, anuais relativos ao beneficiamento de sacas de 34 kg de ouriço limpo comprados das comunidades, apresenta o seguinte formato, Tabela 155:

Tabela 15. Custos variáveis totais, sem logística (R\$)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Total de sacas	25	155	285	415	545
<b>Custos Variáveis</b>	<b>1.260</b>	<b>6.300</b>	<b>11.760</b>	<b>16.800</b>	<b>22.260</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>41</b>

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Total de sacas	675	805	935	1.065	1.196
<b>Custos Variáveis</b>	<b>27.300</b>	<b>32.340</b>	<b>37.800</b>	<b>42.700</b>	<b>48.160</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

Fonte: Autor

É possível observar que os custos variáveis aumentam a cada ano, indicando o crescimento na compra de sacas de ouriço limpo. No Ano 1, os custos variáveis são de R\$ 1.260,00 e ao longo dos anos, esse valor cresce chegando a R\$ 48.160,00 no Ano 10.

Por outro lado, o custo por saca se mantém relativamente constante, variando de R\$ 50,00 no ano 1 para R\$ 40,00 do ano 6 em diante. Isso sugere que, na simulação, a eficiência do processo produtivo e a gestão dos recursos não apresentam variações significativas durante o período de 10 anos.

Recordando que a maior parte dos custos logísticos são de responsabilidade da usina de beneficiamento em Lábrea, apresentamos os valores associados ao transporte das sacas pré-beneficiadas e pós-beneficiadas na composição do preço variável total, Tabela 16:

Tabela 16. Custos variáveis totais (R\$)

	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Total de sacas	25	155	285	415	545
<b>Custos Variáveis</b>	<b>1.260</b>	<b>6.300</b>	<b>11.760</b>	<b>16.800</b>	<b>22.260</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>50</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>41</b>
Custo comunid./porto	30	30	30	30	30
Custo porto/usina	2,00	0,35	0,35	0,35	0,35
Transp. Usina/porto	2,00	0,35	0,35	0,35	0,35
Transp. Porto/Manaus	15	15	15	15	15
<b>Total p/saca</b>	<b>99</b>	<b>86</b>	<b>87</b>	<b>86</b>	<b>87</b>

	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Total de sacas	675	805	935	1.065	1.196
<b>Custos Variáveis</b>	<b>27.300</b>	<b>32.340</b>	<b>37.800</b>	<b>42.700</b>	<b>48.160</b>
<b>Custo p/saca</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Custo comunid./porto	30	30	30	30	30
Custo porto/usina	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Transp. Usina/porto	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Transp. Porto/Manaus	15	15	15	15	15
<b>Total p/saca</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>86</b>	<b>86</b>

Fonte: Autor

Ao analisar os custos de transporte ao longo de 10 anos, é possível destacar a estabilidade de quatro componentes principais que influenciam diretamente os custos logísticos da operação. O primeiro deles, o custo de transporte entre a comunidade e o porto, mantém-se constante em R\$ 30,00 durante todo o período analisado, de acordo com o que já foi comentado na sessão dos custos logísticos.

Em seguida, o custo de transporte entre o porto e a usina e da usina para o porto também mostra uma estabilidade ao longo do tempo, variando apenas de R\$ 2,00 para R\$ 0,34. Essa leve variação não afeta significativamente os custos totais e indica um bom gerenciamento das operações logísticas nesses trechos.

Em conclusão, o transporte entre o porto e Manaus apresenta uma constância no valor de R\$ 15,00 ao longo dos anos estudados, conforme mencionado previamente na seção 2.5 dos custos logísticos.

A manutenção da estabilidade nos custos de transporte ao longo das distintas etapas do processo é crucial para assegurar a viabilidade e a previsibilidade das operações logísticas ao longo do período analisado. Isso possibilita um planejamento mais eficaz e a preservação de uma estrutura de custos controlada para a operação em questão. Observa-se, assim, que no primeiro ano, o custo variável total por saca foi de R\$ 99,00 devido, em grande parte, à menor quantidade de sacas produzidas nesse período. A partir do segundo ano, o custo variável total por saca estabiliza-se em aproximadamente R\$ 87,00 refletindo um aproveitamento mais adequado do potencial logístico da operação.

### **Custos Fixos**

A tabela a seguir, Tabela 167, fornece informações sobre a depreciação anual dos maquinários ao longo do período de 10 anos. A análise dos dados pode ser dividida em três partes principais: a depreciação, o preço e a depreciação anual, bem como o cálculo do custo por saca ao longo dos anos.

Tabela 167. Custos Fixos, Depreciação Maquinário

Depreciações	Preço	Deprec. Anual
Máquinário	100000	10%

Item	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Maquinário	10000	10000	10000	10000	10000
<b>Total</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>
<b>P/saca</b>	<b>400</b>	<b>65</b>	<b>35</b>	<b>24</b>	<b>18</b>

Item	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Maquinário	10000	10000	10000	10000	10000
<b>Total</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>	<b>10000</b>
<b>P/saca</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

Fonte: Autor

O maquinário tem um valor de R\$ 100.000,00 e apresenta uma taxa de depreciação anual de 10%. A depreciação anual do maquinário pode ser calculada da seguinte forma:

Depreciação Anual do Maquinário = Valor do Maquinário × Taxa de Depreciação Anual

Depreciação Anual do Maquinário = R\$ 100.000,00 × 10%

Depreciação Anual do Maquinário = R\$ 10.000,00

No primeiro ano, o custo fixo por saca é consideravelmente alto, chegando a R\$ 400,00, devido ao menor volume de produção no início do negócio e à distribuição dos custos fixos em menos sacas.

A partir do segundo ano, nota-se uma redução significativa no custo fixo por saca, passando para R\$ 65,00. Ao longo dos anos seguintes, o custo por saca continua diminuindo: R\$ 35,00 no terceiro ano, R\$ 24,00 no quarto ano, R\$ 18,00 no quinto ano, R\$ 15,00 no sexto ano, R\$ 12,00 no sétimo ano, R\$ 11,00 no oitavo ano, R\$ 9,00 no nono ano e R\$ 8,00 no décimo ano.

Essa diminuição nos custos fixos por saca ocorre devido ao aumento na produção e na distribuição dos custos fixos entre um maior número de sacas, reduzindo o impacto desses custos na rentabilidade.

### Investimento de capital

A Tabela 178, a seguir, apresenta os valores de investimento de capital necessários para a miniusina beneficiar as sacas de coco de ouriço limpo comprados das comunidades.

Tabela 178. Investimento de Capital

Item	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Maquinário		33.333	33.333	33.333	
<b>Total</b>		<b>33.333</b>	<b>33.333</b>	<b>33.333</b>	
<b>P/saca</b>		<b>215</b>	<b>117</b>	<b>80</b>	

Item	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Maquinário					
<b>Total</b>					
<b>P/saca</b>					

Fonte: Autor

Conforme a tabela acima, o investimento de capital foi diluído ao longo dos 4 primeiros anos, para que o impacto no custo do beneficiamento das sacas de ouriço limpo fosse reduzido. Sendo assim, o primeiro ano, no qual já será necessária a aquisição da máquina de secagem e da máquina de moagem, foi estabelecido como um ano de carência. Os pagamentos, que totalizam R\$ 100.000,00 estão divididos em 3 parcelas de R\$ 33.333,00.

Ao analisar o investimento por saca, observa-se que, no segundo ano, o investimento é de R\$ 215,00 por saca, caindo para R\$ 117,00 no ano três e R\$ 80,00 no quarto ano. Isso indica que, o investimento de capital tem um impacto significativo no custo por saca no período pós simulação da carência.

### **CÁLCULO: CUSTO DO BENEFICIAMENTO DA SACA DE FIBRA DE OURIÇO**

A tabela a seguir, **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>19</sup>, apresenta informações financeiras e operacionais relacionadas ao beneficiamento e venda das sacas de ouriço limpo, com 34 kg cada, ao longo de um período de 10 anos. A tabela abrange dados de custos, investimentos, margem de lucro e preços de venda.

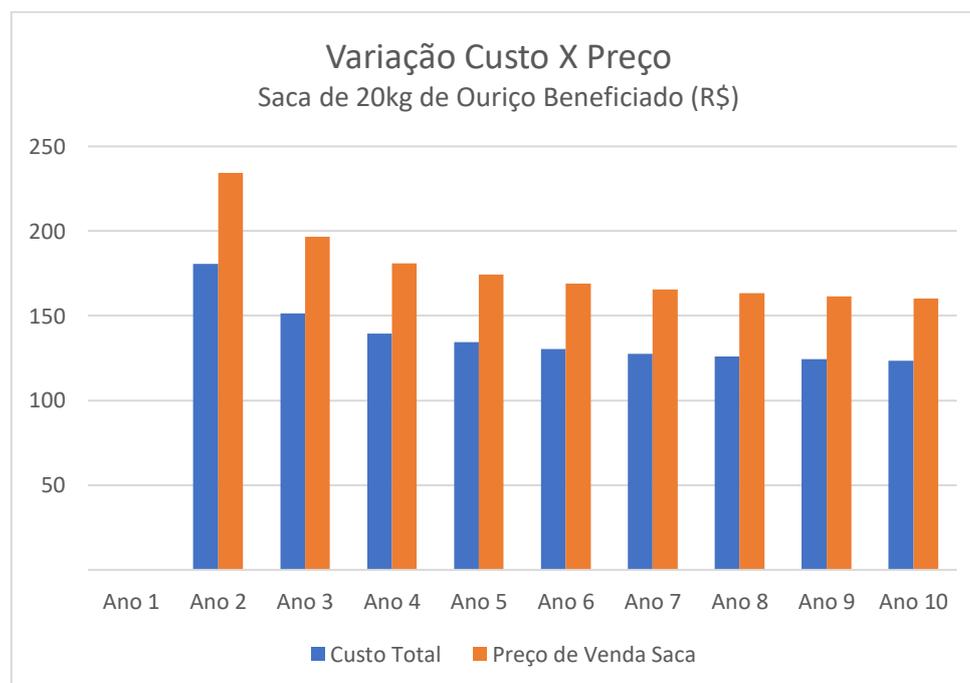
Levando em consideração a simulação do processo de beneficiamento, o produto final elaborado é uma saca de fibra do coco de ouriço limpo, seco e moído, que devido ao processo de retirada de umidade, tem o seu peso reduzido de 34 kg para 20,6 kg. Dessa forma, os dados apresentados já levam em consideração o valor final com a nova pesagem.

Considerando a possibilidade de o primeiro ano ser totalmente subsidiado para incentivar o desenvolvimento da cadeia produtiva e promover a estabilização dos preços de venda a longo prazo, o cenário resultante seria o seguinte, conforme apresentado na Tabela abaixo:

Tabela 19. Custo de venda da saca de fibra de ouriço

Saca de Ouriço (20,6kg)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Matéria-prima	Piloto	29,84	29,40	29,24	29,45
Custo Fixo		65	35	24	18
Custo Variável		86	87	86	87
Investimento de Capital					
<b>Custo Total</b>		<b>181</b>	<b>151</b>	<b>140</b>	<b>134</b>
Margem Lucro		22,93%	22,93%	22,93%	22,93%
<b>Preço de Venda Saca</b>	<b>234</b>	<b>197</b>	<b>181</b>	<b>174</b>	
<b>Preço de Venda p/kg</b>	<b>3,91</b>	<b>3,28</b>	<b>3,02</b>	<b>2,90</b>	

Saca de Ouriço (20,6kg)	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Matéria-prima	29,34	29,27	29,21	29,32	29,26
Custo Fixo	15	12	11	9	8
Custo Variável	86	86	86	86	86
Investimento de Capital					
<b>Custo Total</b>	<b>130</b>	<b>128</b>	<b>126</b>	<b>124</b>	<b>124</b>
Margem Lucro	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%	22,93%
<b>Preço de Venda Saca</b>	<b>169</b>	<b>165</b>	<b>164</b>	<b>162</b>	<b>160</b>
<b>Preço de Venda p/kg</b>	<b>2,82</b>	<b>2,76</b>	<b>2,73</b>	<b>2,69</b>	<b>2,67</b>



Fonte: Autor

O preço de venda da saca acompanha a tendência de redução dos custos, partindo de R\$ 234,00 no ano 2 e chegando a R\$ 160,00 no ano 10. O preço de venda por kg também segue a mesma tendência, diminuindo de R\$ 3,91 no ano 2 para R\$ 2,67 no ano 10. Isso indica que o ganho de escala ocasiona a redução nos custos e uma posterior necessidade de preço de venda menor. Contudo, para encontrarmos um preço ainda mais ajustado, iremos inserir de forma constante ao longo do período analisado, a média simples inflacionária indicada na tabela abaixo, replicada a seguir:

*Tabela 10 replicada. Média simples inflacionária*

Média inflacionária (IPCA)	
Ano	Valor
2021	10,06%
2022	5,79%
Média Simples	7,93%

Fonte: IBGE

Embora os preços de venda da saca de ouriço e por quilograma apresentem uma tendência de queda ao longo dos anos, a inserção da inflação anual de 7,93% tem um papel crucial na atenuação dessa redução, conforme a Tabela 20. A inflação impede que a diminuição nos preços seja mais acentuada, criando um ponto de equilíbrio para os valores ao longo do tempo.

*Tabela 20. Custo de venda com ajuste inflacionário*

<b>Saca de Ouriço (20,6kg)</b>	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Preço de Venda Saca		234	197	181	174
Preço de Venda p/kg		3,91	3,28	3,02	2,90
Inflação anual	Piloto	-	7,93%	7,93%	7,93%
Preço de Venda Saca		234	212	195	188
Preço de Venda p/kg		3,91	3,53	3,26	3,14
<b>Saca de Ouriço (20,6kg)</b>	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10
Preço de Venda Saca	169	165	164	162	160
Preço de Venda p/kg	2,82	2,76	2,73	2,69	2,67
Inflação anual	7,93%	7,93%	7,93%	7,93%	7,93%
Preço de Venda Saca	182	179	176	174	173
Preço de Venda p/kg	3,04	2,98	2,94	2,91	2,88

Fonte: Autor

Embora os preços de venda da saca de ouriço e por quilograma apresentem uma tendência de queda ao longo dos anos, a inflação anual tem um papel fundamental na minimização dessa redução. Ao analisar os preços ajustados pela inflação, nota-se que a queda é menos acentuada do que os valores nominais sugerem (sem inflação). No Ano 2, o preço ajustado

por saca era de 234, diminuindo para 160 no Ano 10. Para o preço ajustado por quilograma, observa-se uma diminuição de R\$ 3,91 no Ano 2 para R\$ 2,67 no Ano 10.

A inflação, portanto, atua como um contrapeso para os preços no setor de ouriços, evitando uma redução mais drástica nos valores praticados. Esse equilíbrio é fundamental para garantir a estabilidade e sustentabilidade do mercado, especialmente para os produtores e comerciantes de ouriços.

Em conclusão, a análise dos dados destaca a importância de considerar a inflação ao analisar a evolução dos preços de venda da saca de ouriço e do preço por quilograma ao longo do período analisado, tabela abaixo. A inflação funciona como um amortecedor para os preços e é crucial para orientar decisões de mercado e estratégias de negócios no setor de ouriços.

*Tabela 21. Custo anual de venda com ajuste inflacionário*

Ano	Preço saca	Preço kg
Ano 2	R\$ 234,46	R\$ 3,91
Ano 3	R\$ 212,09	R\$ 3,53
Ano 4	R\$ 195,37	R\$ 3,26
Ano 5	R\$ 188,12	R\$ 3,14
Ano 6	R\$ 182,44	R\$ 3,04
Ano 7	R\$ 178,61	R\$ 2,98
Ano 8	R\$ 176,47	R\$ 2,94
Ano 9	R\$ 174,33	R\$ 2,91
Ano 10	R\$ 173,04	R\$ 2,88

Fonte: Autor

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

As fibras do ouriço da castanha-do-Brasil possuem um excelente potencial para a elaboração de bioplásticos segundo a literatura e as características lignocelulósicas do ouriço. Contudo, é necessário a realização de estudos mecânicos, físicos e químicos no laboratório para testar diversas matrizes, de preferência biodegradáveis para assim obter bioplásticos biodegradáveis em sua totalidade.

Este estudo estruturou o processo produtivo de toda a cadeia produtiva da fibra do ouriço desde a coleta de campo, até a comercialização na indústria, propondo um cronograma produtivo que contempla a safra da castanha e as características de enchente e vazamento dos rios. Também, foi realizada uma caracterização do potencial de produção da cadeia de valor. No entanto, os dados foram obtidos apenas com três repetições de medições, portanto, os dados fornecidos no relatório devem ser usados como um aproximado.

Também, examinamos a viabilidade da cadeia produtiva do ouriço da castanha-do-Brasil, considerando diversos fatores como custos, produção/coleta e preços de venda, tanto da comunidade fornecedora à usina quanto da miniusina à indústria. Observamos uma redução significativa nos preços de venda da fibra do ouriço bem como no preço por quilograma ao longo dos anos. Essa queda é atribuída ao aumento da coleta do ouriço pelas comunidades e à diluição dos custos fixos e variáveis no preço final dos produtos.

Dado este cenário, é essencial destacar que a viabilidade da cadeia produtiva dependerá, em grande parte, do interesse da indústria em adquirir o produto final da usina de beneficiamento. Como os preços de venda mostraram uma tendência decrescente, uma vez que o grande investimento inicial da miniusina e a baixa coleta nos primeiros anos tendem a não se manter ao longo do período analisado e a não influenciar no aumento dos preços, a indústria possui uma oportunidade de apoiar e lucrar com uma cadeia voltada para a sociobiodiversidade, que pode ser promissora na produção de produtos derivados de bioplástico.

Entretanto, essa perspectiva só se consolidará se o mercado consumidor final da indústria adquirente da fibra de ouriço, tiver capacidade de absorver os novos produtos que podem ser lançados com esse composto. Portanto, seria necessário avaliar os dados internos da indústria, os produtos finais que tendem a ser produzidos e o tamanho do mercado consumidor.

Em resumo, a análise da viabilidade da cadeia produtiva deve levar em conta o interesse da indústria em adquirir o produto acabado da usina de beneficiamento e a capacidade do mercado consumidor em absorver os novos produtos derivados do bioplástico. A avaliação desses fatores permitirá uma compreensão mais aprofundada das possibilidades e do potencial de sucesso dessa cadeia produtiva no longo prazo.

#### 4 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

---

ASTM, ASTM D883-2012, in Standard Terminology Relating to Plastics. 2012, American Society for Testing and Materials - ASTM: American Society for Testing and Materials - ASTM.

AWAL, A.; GHOSH, S.B.; SAIN, M. Development and morphological characterization of wood pulp reinforced biocomposite fibers. *Journal of Materials Science*, v. 44, p. 2876–2881, 2009.

BARCZEWSKI, M., MATYKIEWICZ, D., KRYGIER, A., ANDRZEJEWSKI, J., SKÓRCZEWSKA, K. Characterization of poly(lactic acid) biocomposites filled with chestnut shell waste. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. v. 20, p. 914–924, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável. Castanha-do-Brasil: boas práticas para o extrativismo sustentável orgânico. 55p. Brasília/DF: 2017.

CAMPOS, R. D.; SOTENKO, M.; HOSUR, M.; JEELANI, S.; DÍAZ, F.R.V.; MOURA, E.A.B.; KIRWAN, K.; SEO, E.S.M. Effect of mercerization and electron-beam irradiation on mechanical properties of high density polyethylene (HDPE) Brazil nut pod fiber (BNPF) biocomposites. *In*: CARPENTER, J.S.; BAI, C.; HWANG, J.-Y.; IKHMAYIES, S.; LI, B.; NEVES MONTEIRO, S.; PENG, Z.; ZHANG, M. (org.). *Characterization of minerals, metals, and materials*. John Wiley & Sons, Inc, 2016. p. 637–644.

CAMARGO, F.F. Etnoconhecimento e variabilidade morfológica de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.: Lecythidaceae) em área da Amazônia Mato-Grossense. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2010.

GALLOS, A.; PAES, G.; ALLAIS, F.; BEAUGRAND, J. Lignocellulosic fibers: a critical review of the extrusion process for enhancement of the properties of natural fiber composites. *Royal Society of Chemistry Advances*, v. 7, p. 34638-34654, 2017.

FARUK, O.; BLEDZKIM A.K.; FINK, H.P.; SAIN, M. Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010. *Progress in Polymer Science*, v. 36, p. 1552-1596, 2012.

FERREIRA, M. S., CHINELLATO, A., & MOURA, E. A. B. Characterization of HDPE/Brazil nut shell fiber composite treated by electron-beam radiation. 2011 International Nuclear Atlantic Conference – UNAC, 2011. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2011/inac/16823>>. Acesso em: 15 mar. 2023.

HUBER, T.; MUSSIG, J. Fibre matrix adhesion of natural fibres cotton, flax and hemp in polymeric matrices analyzed with the single fibre fragmentation test. *Composite Interfaces* v.15, n. 2–3, p. 335–49, 2008

INAMURA, P. Y.; KRAIDE, F. H.; DRUMOND, W. S.; DE LIMA, N. B.; MOURA, E. A. B.; DEL MASTRO, N. L. Ionizing radiation influence on the morphological and thermal characteristics of a biocomposite prepared with gelatin and Brazil nut wastes as fiber source. *Radiation Physics and Chemistry*, v. 84, p. 66–69, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. Produção de Castanha-do-para trocar produto: Amazonas, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/castanha-do-para/am>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E FLORESTAL SUSTENTÁVEL DO ESTADO DO AMAZONAS - IDAM. Relatório de Atividades IDAM 2020. Manaus: 2021. 129 p.

JONES, F. A promessa dos bioplásticos. *Revista Fapesp*, n. 290, 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/a-promessa-dos-bioplasticos/>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

JUNIOR, C.C.S. Utilização de biomassas lignocelulósicas da Amazônia Legal para produção de bioprodutos em um contexto econômico e sociambiental. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO, 2020.

KABIR, M.M; WANG, H.; LAU, K.T; CARDONA, F. Chemical treatments on plant-based fibre reinforced polymer composites: An overview. *Composites: Part B*, v. 23, p. 2883-2892, 2012.

KARIAN, H., *Handbook of polypropylene and polypropylene composites*, revised and expanded. 2003: CRC press.

LIU, L.; YU, J.; CHENG, L.; YANG, X. Biodegradability of poly(butylene succinate) (PBS) composite reinforced with jute fibre. *Polymer Degradation and Stability*, v. 94, p. 90-94, 2009.

MAISPOLIMEROS. Polipropileno: o que é e o que você não pode deixar de saber, 2019. Disponível em: <<https://maispolimeros.com.br/2019/02/11/polipropileno-o-que-e/>>. Acesso em: 23 de mar. 2023.

MALPASS, D. B.; BAND, E. I. Introduction to Industrial Polypropylene. In: 1a ed. Beverly: Scrivener Publishing, 2012. p. 1–15, 183–198, 235–277

OBSERVATORY OF ECONOMIC COMPLEXITY - OEC. Propylene Polymers, 2020. Disponível em: <<https://oec.world/en/profile/hs/propylene-polymers>>. Acesso em: 23 de mar. 2023.

PAES, M. X.; CAMPOS-SILVA, J. V. & OLIVEIRA, J. A. P. Integrating circular economy in urban Amazon. *Urban Sustainability*, v.1(29), p.1-6, 2021.

PETRECHEN, G. P. Caracterização dos materiais lignocelulósicos da Castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*), preparação e caracterização de seus compósitos com polipropileno. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP, 2017.

SALO, M.; SIRÉN, A.; KALLIOLA, R. Collect Locally, Eat Globally – The Journey of the Brazil Nut. *Diagnosing Wild Species Harvest*, p. 143–160, 2013.

SILVA, M.V. associação da variabilidade climática dos oceanos com os níveis dos rios da Amazônia: uma análise a partir de dados altimétricos. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM, 2017.

SONG, X.; HE, W.; YANG, S.; HUANG, G.; YANG, T. Fused Deposition Modeling of Poly (Lactic Acid)/Walnut Shell Biocomposite Filaments—Surface Treatment and Properties. *Applied Sciences*, v. 9, p.1-17, 2019

SOUZA, J.M.L; WADT, L.H.O. Características da planta, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/castanha-do-brasil/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-planta>> Acesso em: 10 de mar. 2023.

TORRES, F. G.; GONZALES, K. N.; TRONCOSO, O.; CHÁVEZ, J. & DE-LA-TORRE, G. E. Sustainable applications of lignocellulosic residues from the production of Brazil nut in the Peruvian Amazon. *Environmental Quality Management*, v.31, n.4, p.291-300, 2021.

VÄISÄNEN, T., HAAPALA, A., LAPPALAINEN, R., TOMPPONEN, L. Utilization of agricultural and forest industry waste and residues in natural fiber-polymer composites: A review. *Waste Management*, v.54, p.62-73, 2016.

VALLEJOS ME, ESPINACH FX, JULIAN F, TORRES L, VILASECA F, MUTJE P. Micromechanics of hemp strands in polypropylene composites. *Composites Science and Technology*. v. 72, n. 10, p. 1209–13, 2012.

VIEIRA, A. H.; BENTES-GAMA, M. M.; ROCHA, R. B; LOCATELLI; M; OLIVEIRA, A.C. Fenologia reprodutiva de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa Humb. Bomp.*) em Porto Velho (RO). Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2009.

WORLD-TRANSFORMING TECHNOLOGIES - WTT. Futuros do bioplástico têm raízes na Amazônia: A floresta tropical com a maior biodiversidade do mundo pode transformar a forma como o mundo produz plásticos nas próximas décadas. São Paulo: World-Transforming Technologies, 2021. Disponível em: <<https://www.kas.de/documents/265553/0/Biopl%C3%A1stico+na+Amaz%C3%B4nia.pdf/47cf171a-aa3b-2738-f2c0-3162d481423b?version=1.0&t=1638804608246>>. Acesso em: 08 de mar. 2023

YE, H.; WANG, Y.; YU, Q.; GE, S.; FAN, W.; ZHANG, M.; HUANG, Z.; MANZO, M.; CAI, L.; WANG, L.; XIA, C. Bio-based composites fabricated from wood fibers through self-bonding technology. *Chemosphere*, v. 287, n. 4, 2022.

ZAMORA, A. M. et al. Atlas do Plástico: fatos e números sobre polímeros sintéticos. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll Stiftung, 2020. Disponível em: <<https://br.boell.org/sites/default/files/2020-11/Atlas%20do%20PI%C3%A1stico%20-%20vers%C3%A3o%20digital%20-%2030%20de%20novembro%20de%202020.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2023.