



Guia de boas práticas para coleta e pré-processamento de  
resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico:

# OURIÇO DA CASTANHA-DO-BRASIL



idesam

Manaus  
2023



Guia de boas práticas para coleta e pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico:

# OURIÇO DA CASTANHA-DO-BRASIL

## Realização:

Programa Prioritário em Bioeconomia - PPBio  
Instituto de Conservação e Desenvolvimento  
Sustentável da Amazônia - Idesam

## Autoria:

Liane Lima - Floema Consultoria  
Socioambiental Ltda  
Carolina Ramirez - Floema Consultoria  
Socioambiental Ltda

## Revisão técnica:

Karol Barbosa - Idesam  
Marcus Biazatti - Idesam

## Design gráfico:

Letícia Rezende

## Fotografia:

Acervo Idesam  
Acervo Floema Consultoria  
Socioambiental Ltda

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	4
<b>BIOPLÁSTICO</b> .....	6
<b>CASTANHA-DO-BRASIL</b> .....	8
Produção e rendimento .....	9
Safra .....	10
<b>O OURIÇO COMO MATÉRIA-PRIMA PARA A PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO</b> .....	11
Estrutura da cadeia de valor .....	12
<b>PASSO A PASSO: no Campo, na Usina e na Indústria</b> .....	13
Etapas produtivas no CAMPO .....	14
Etapas produtivas na USINA DE BENEFICIAMENTO .....	17
Etapas produtivas na INDÚSTRIA .....	20
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21

# APRESENTAÇÃO

O Programa Prioritário em Bioeconomia (PPBio) foi instituído pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA) como estratégia de diversificar e impulsionar investimentos no contexto da política de incentivos fiscais, abrangendo soluções para o desenvolvimento econômico sustentável da biodiversidade, gerando novos negócios, produtos ou serviços para a bioeconomia amazônica.

O papel do Idesam nesse contexto corresponde na realização da gestão tecnológica, administrativa e jurídica dos projetos instituídos pelo PPBio, construindo pontes entre as empresas investidoras e o ecossistema de inovação em bioeconomia – negócios de impacto social e ambiental, startups e Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) públicas e privadas – credenciados pelo Comitê das Atividades de Pesquisa e Desenvolvimento na Amazônia (CAPDA).

Por meio do Programa, o Idesam executa o projeto prioritário do Plano de Utilização de Recursos (PUR-PPBio) intitulado “Bioplástico – formação de cadeia produtiva para pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico”, cujo objetivo é desenvolver uma cadeia piloto de matéria prima pré-processada de resíduos orgânicos oriundos do interior do Amazonas.

Com o desenvolvimento desta iniciativa, pretende-se viabilizar a melhoria dos processos e o aproveitamento dos recursos, até então, subutilizados nos processos das cadeias produtivas da sociobiodiversidade. Além disso, busca-se a geração de renda extra para as comunidades amazônicas, fortalecendo o empreendedorismo regional e a chamada “química verde”, que visa combater o impacto ambiental negativo por meio da redução, prevenção e eliminação de recursos fósseis não-renováveis e possibilitar a produção de um novo modelo de bioplástico com matéria prima oriunda de cadeia produtiva da castanha-do-Brasil.

Dessa forma, o objetivo deste material é apresentar as etapas do processo, desde a coleta até o pré-processamento de biorresíduos do ouriço da castanha-do-Brasil, para a produção de bioplásticos. A proposta é apresentar a primeira cadeia estruturada para utilização de biorresíduos com fins de geração de renda e otimização da sua destinação final.

Saiba mais  
sobre o PPBio



# BIOPLÁSTICO

Entre 1950 e 2017, cerca de 9,2 bilhões de toneladas de plástico foram produzidas (ZAMORA et al., 2020) e mais de 75% já se tornou 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. Corresponde a 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.

A biodiversidade da região amazônica pode ser o mecanismo 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).



## CAMPO

Comunidades Tradicionais e Territórios Indígenas

Coleta de biorresíduos das cadeias da sociobiodiversidade



## USINA DE BENEFICIAMENTO

Cidade mais próxima às comunidades e com maior escoamento

Pré-processamento dos biorresíduos: mantém condições padrão para transporte e armazenamento



## INDÚSTRIA

Cidade com Polo Industrial

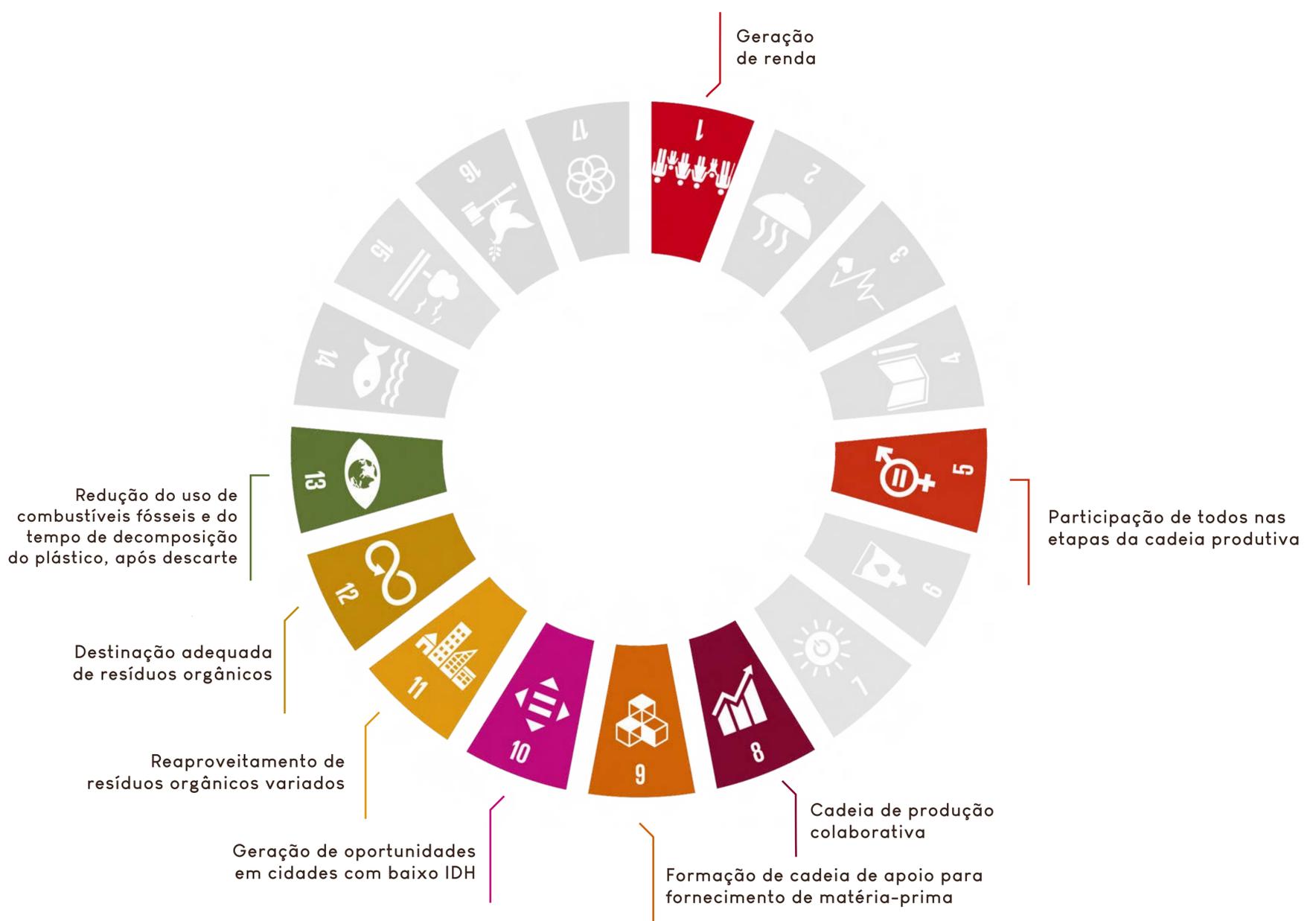
Bioprocessamento tecnológico dos biorresíduos: conversão do material de origem vegetal em bioplástico

## O PPBio como impulsionador do Bioplástico na Amazônia

Diante do panorama apresentado, o projeto “Bioplástico – formação de cadeia produtiva para pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de bioplástico”, dispõe-se a estabelecer a captação de resíduos oriundos de cadeias produtivas sustentáveis já estabelecidas nos municípios do estado do Amazonas. Os resíduos serão testados para determinar seu potencial como matéria-prima na fabricação de plástico, no Polo Industrial de Manaus.

O Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Ideam), em parceria com associações e cooperativas locais, vem desenvolvendo projetos de manejo com espécies variadas da flora, certificando a origem da matéria-prima dos resíduos a serem captados. A partir do plano de implementação do projeto, espera-se impactar positivamente as comunidades amazônicas, através do incentivo ao empreendedorismo sustentável e no incremento na renda dos atores envolvidos. Por fim, com a manutenção da floresta “em pé”, espera-se que os serviços ambientais e produtos oriundos da natureza possam ser perpetuados através do manejo consciente e não-predatório.

A cadeia produtiva do bioplástico estará contribuindo no alcance dos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):



# CASTANHA-DO-BRASIL

A *Bertholletia excelsa*, conhecida popularmente como castanha-do-Brasil, castanha-do-Brasil ou castanha-do-Pará, é uma espécie de grande importância socioeconômica para a Amazônia. A ‘castanheira’ ocorre em agrupamentos, variando de 1 a 15 árvores por hectare, o que facilita sua colheita (CYMERYYS, 2005). 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. A floração acontece em novembro, porém, somente depois de 14 meses seus frutos aparecem maduros, sendo a colheita feita de dezembro do ano sucessivo à floração.

O fruto da castanheira é chamado popularmente de ‘ouríço’, constituindo por uma cápsula (pixídio) globosa deprimida, quase esférica, de 8 a 16 cm de diâmetro. A casca do fruto é grossa, lenhosa, dura, de cor marrom, repleta de células resinosas. Segundo a literatura, os frutos podem pesar entre 0,5 e 5 kg e conter de 10 até 25 sementes. (PRANCE & MORI, 1978).

As sementes da castanha, conhecidas apenas como ‘castanhas’, são consumidas in natura e possuem alto valor nutritivo e comercial. As sementes são angulosas, agudas, mais ou menos triangulares, transversalmente rugosas e estreitamente comprimidas (BRASIL, 2002; PACHECO, 2007; BRASIL, 2017). O extrativismo é a principal forma de colheita dessas sementes. Os frutos caem das árvores, durante a estação chuvosa, e por se tratarem de uma cápsula que não se abre espontaneamente (BARROSO et al., 1999), os coletores precisam do auxílio de um instrumento, terçado, para abertura dos frutos, realizando assim a retirada das sementes do seu interior.



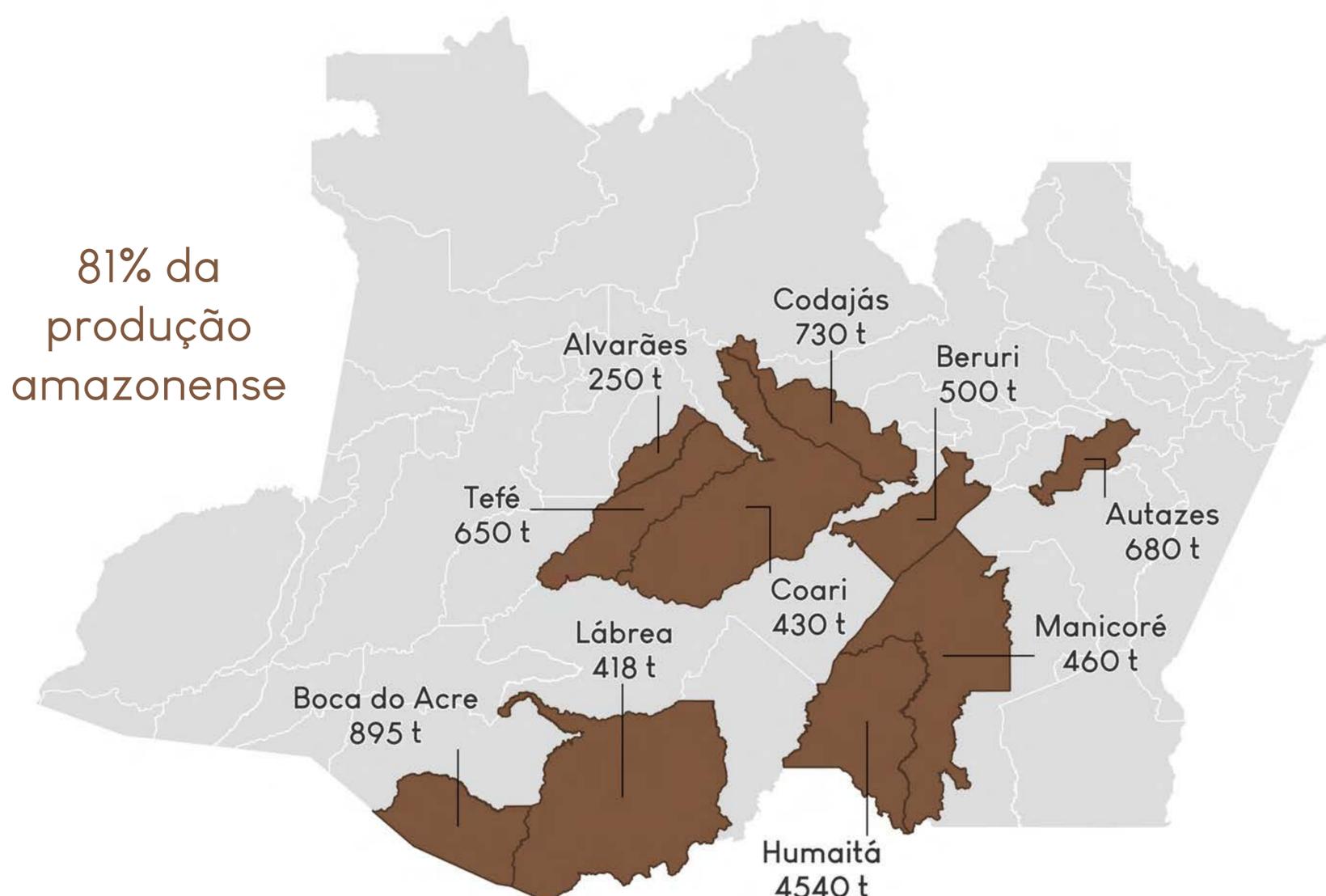
## PRODUÇÃO E RENDIMENTO

No Amazonas, a castanha do Brasil é considerada o produto mais importante das comunidades extrativistas, o estado é considerado o maior produtor no país e 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). Em 2021, estima-se que a produção em todo o Estado foi de 11,737 mil toneladas, sendo Humaitá o município com maior produção (IBGE, 2021).

Uma castanheira produz em média 29 ouriços ao ano. Em cada ouriço podem existir até 16 castanhas, com peso médio de até 7 gramas. Estima-se que cada árvore possa produzir até 470 castanhas ao ano (CYMERYS, 2005).

Estima-se que cada árvore possa produzir até 470 castanhas ao ano

### 10 maiores municípios produtores de Castanha-do-Brasil em 2021 (extrativista)



Fonte: IBGE (2021)

# SAFRA

O processo produtivo da castanheira - disseminação e coleta - ocorre entre os meses de dezembro e abril, período em que o ouriço da castanha amadurece e cai sobre a superfície do solo, devido às chuvas e ventos da estação (BRASIL, 2002; 14 EMBRAPA, 2004; PACHECO, 2007; BRASIL, 2017).

O manejo extrativista da cadeia viabiliza geração de renda para as comunidades locais, enquanto promove conservação de grandes extensões de hectares da floresta (ZUIDEMA; BOOT 2002; LOCATELLI et al., 2005, DOS SANTOS et al., 2010).



# O OURIÇO COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUÇÃO DE BIOPLÁSTICO

O ouriço (pericarpo), está composto por três capas: i) exocarpo, capa externa, ii) mesocarpo, capa intermediária e rígida e iii) endocarpo, capa interna.



Na cadeia de valor da castanha do Brasil, o pericarpo da castanheira é descartado logo após o processo de coleta das sementes. Ele chega a corresponder a 75% do peso do fruto da castanha (MÜLLER et al., 1995) sendo tratado como resíduo na cadeia produtiva. O mesocarpo da castanha-do-Brasil, que chamaremos daqui em diante de ouriço, apresenta um alto potencial para aproveitamento na fabricação de bioplásticos, por se tratar de um biorresíduo com alto valor de rendimento de produção, representando aproximadamente 46,5% do peso total do fruto.

Um dos principais entraves para a fabricação do bioplástico é o seu alto valor de produção, dessa forma, a proposta de aproveitamento de biorresíduos visa viabilizar um processo industrial de forma mais sustentável e rentável para as comunidades da Amazônia.

# ESTRUTURA DE CADEIA DE VALOR

Neste guia, a cadeia de valor do ouriço da castanha-do-Brasil, prevê as etapas de produção em três diferentes processos, que acontecem no Campo, na Usina de Beneficiamento e na Indústria de biopolímeros. Em cada uma dessas etapas acontece um processo de tratamento ou beneficiamento, que viabiliza o uso do ouriço como resíduo orgânico/biorresíduo, como insumo na cadeia de produção de bioplásticos.



# PASSO A PASSO:

no Campo, na Usina e na Indústria





# ETAPAS PRODUTIVAS NO CAMPO

## PASSO 1

### PRÉ-COLETA: MAPEAMENTO DAS CASTANHEIRAS

---

Cada grupo coletor deve mapear a localização do castanhal e das castanheiras para 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, quilogramas)
- Número de ouriços produzidos
- Danos na árvore (copa quebrada, fuste quebrado, entre outros)

## PASSO 2

### PRÉ-COLETA: 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.

## PASSO 3

### COLETA: COLETA

---

A queda dos frutos da castanha acontece durante a época de chuva, assim como, a coleta. Para coletar os frutos, utilizar um instrumento chamado mão-de-onça ou pé-de-bode para evitar a coleta manual. Colocar os frutos em paneiros ou sacas de ráfia de 60 kg até encher.

## PASSO 4 COLETA: AMONTOAMENTO

---

Amontoar os frutos coletados no espaço selecionado na etapa anterior de limpeza. 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, amontoar os ouriços 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.

## PASSO 5 BENEFICIAMENTO: TRIAGEM

---

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

## PASSO 6 BENEFICIAMENTO: RETIRADA DO EXOCARPO, CASCA DO COCO DE OURIÇO

---

Depois disso, retirar a 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, colocado-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 podem ser descartados adequadamente nas áreas de coleta da castanha.

## PASSO 7

### BENEFICIAMENTO: LAVAGEM E SECAGEM

Colocar os cocos de ouriços em sacos de ráfia limpos e transportá-los 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 quadrículos.

Lavar os cocos no rio ou igarapé mais próximo da comunidade para retirada de vestígios de solo e folhas. Posteriormente, espalhar os cocos 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.

## PASSO 8

### BENEFICIAMENTO: ARMAZENAMENTO

Após secos, armazenar novamente os cocos de ouriços 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 rotular cada saca e colocar o nome da comunidade de procedência, número de ouriços por saca e peso em quilos.

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



#### VALE LEMBRAR:

- Comunidades que residem no interior de Unidades de Conservação de Uso Sustentável, possuem zoneamentos, instrumento de ordenamento territorial, que viabiliza os limites territoriais para uso econômico das cadeias produtivas da sociobiodiversidade.
- Os castanhais são oriundos da vegetação de Terra Firme, que possui maior concentração de vegetação arbórea, que podem chegar até a 50 metros, facilitando assim a locomoção de pessoas e transportes (motos ou carrocerias) pelas trilhas no interior da vegetação.
- Os coletores devem usar equipamento de proteção individual: camiseta e calça comprida, camiseta, botas e galochas, para evitar acidentes durante a atividade.
- Os locais de armazenamento dos ouriços irão mudar ao longo das safras, dependendo da área de coleta das castanhas. Sugere-se que os ouriços de safras anteriores não sejam misturados, para não ocorrer prejuízo.
- Ao longo de todo o processo produtivo, sempre que um coco de ouriço não estiver em perfeito estado de conservação, deve ser descartada para não ser a porta de entrada para microrganismos contaminantes.
- A estrutura física do coco de ouriço seco não precisa estar em perfeito estado. Recomenda-se que os coletores realizem o processo de quebra dos cocos de ouriços nas comunidades, com facões ou até mesmo trituradores, assim conseguiram receber um maior valor na venda, caso a venda dos cocos seja realizada por saca e não por quilo.



# ETAPAS PRODUTIVAS NA USINA DE BENEFICIAMENTO

A localização das usinas de processamento do fruto da castanha-do-Brasil, 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 de beneficiamento da castanha onde acontece a quebra da casca e ensacamento das amêndoas, 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.

Devido a infraestrutura instala nas sedes municipais, se torna importante que o processo de moagem e trituração dos cocos de castanha sejam realizados nas sedes dos municípios.

## PASSO 1

### 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.

**PASSO 2****PRÉ-PROCESSAMENTO: ARMAZENAGEM**

---

Uma vez na usina, armazenar os sacos com os cocos de ouriço sobre um estrado de madeira em um paiol ou local fechado, seco e arejado. Também, pode espalhar os cocos sobre mesas de madeira ou sobre o piso telado do paiol, ou local fechado.

**PASSO 3****PRÉ-PROCESSAMENTO: SECAGEM**

---

Realizar o segundo processo de secagem dos cocos de ouriços, sob condições controladas de temperatura e pressão. Secar os cocos 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).

**PASSO 4****PRÉ-PROCESSAMENTO: 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. Usar quebradores manuais ou automatizados.

**PASSO 5****PRÉ-PROCESSAMENTO: MOAGEM**

---

Após secos, triturar os cocos do ouriço 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.

**PASSO 6****COMERCIALIZAÇÃO: EMBALAGEM E ARMAZENAMENTO**

---

Embalar as fibras vegetais por uma empacotadora em sacos plásticos de polietileno de alta densidade (HDPE) de 5 a 50 kg. Esses sacos são resistentes, impermeáveis e duráveis. A capacidade das embalagens pode ser ajustada conforme as necessidades de cada transporte, para os sacos poderem ser facilmente manuseados e transportados sem comprometer

a qualidade das fibras. Identificar cada saco 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.

Armazenar as embalagens em uma infraestrutura adequada com controle de temperatura e umidade.

## PASSO 7

### COMERCIALIZAÇÃO: VENDA E TRANSPORTE

---

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



# ETAPAS PRODUTIVAS NA INDUSTRIA

## PASSO 1

### BIOPROCESSAMENTO TECNOLÓGICO

---

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

## PASSO 2

### ARMAZENAMENTO

---

Embalar os produtos e armazenar adequadamente, evitando o intemperismo.

## PASSO 3

### COMERCIALIZAÇÃO

---

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

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, G.M.; MORIM, M.P.; PEIXOTO, A.L.; ICHASO, C.L.F. Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. Viçosa: UFV, 1999. 443p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeto de Monitoramento da Castanha do Brasil. Relatório de Atividades – 2002. Brasília/DF: 2002. p.110.

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.

CLEMENT, C. R. Castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*). In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B.; CLEMENT, C. R. Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização. Manaus: INPA, 2000. p. 119-132.

CYMERYYS, M.; WADT, L.; KAINER, K.; ARGOLO, V. Castanheira: *Bertholletia excelsa* H&B. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. Frutíferas e plantas úteis na vida Amazônica. Belém: CIFOR, 2005. p. 61-74.

DOS SANTOS, J. C.; SENA, A.L.D. S.; DA ROCHA, C. I. L. Competitividade brasileira no comércio internacional de castanha-do-brasil. In: Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. Tecnologias, desenvolvimento e integração social. Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 2010. SOBER., 2010.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Produção de Castanha-do-pará 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.

KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, DC: World Bank, 2018. Disponível em: <<https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-1329-0>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

LOCATELLI, M.; VIEIRA, A. H.; BENTES - GAMA, M. M.; FERREIRA, M. G. R.; MARTINS, E. P.; SILVA-FILHO, E. P.; SOUZA, V. F.; MACEDO, R. S. Cultivo da castanha - do - Brasil em Rondônia. *Sistemas de Produção 7*. Embrapa Rondônia, Porto Velho, 2005.

MÜLLER, C. H.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; KATO, A. K.; CARVALHO, J. E. U.; STEIN, R. L. B.; SILVA, A. B. A cultura da castanha-do-brasil. Brasília: Embrapa/SPI. p. 65, 1995. (Embrapa -SPI. Coleção plantar, 23).

PACHECO, A. M. Florianópolis. Selênio e aflatoxinas em castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) e qualidade de produtos derivados. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos). Florianópolis/SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 144p. 2007.

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.

PRANCE, G. T.; MORI, S. A. Observations on the fruits and seeds of neotropical Lecythidaceae. *Brittonia* 30, 21–33 (1978). <https://doi.org/10.2307/2806452>

TONINI, H. Fenologia da castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl., Lecythidaceae) no sul do estado de Roraima. *CERNE*, v. 17(1), p. 123-131, 2011.

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.

VIEIRA, A. H.; BENTES-GAMA, M. M.; ROCHA, R. B.; LOCATELLI, M.; OLIVEIRA, A.C. Fenologia reprodutiva de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. Bompl.) 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.

ZUIDEMA P. A.; BOOT R. G. A. Demography of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the Bolivian Amazon: impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. *Journal of Tropical Ecology* 2002; 18(01): 1-31. <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467402002018>





Realização

**ppbio**

PROGRAMA PRIORITÁRIO DE  
**BIOECONOMIA**

Política pública



**SUFRAMA**

MINISTÉRIO DO  
DESENVOLVIMENTO,  
INDÚSTRIA, COMÉRCIO  
E SERVIÇOS

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Coordenação

**idesam**

[bioeconomia.org.br](http://bioeconomia.org.br)

