

IMPORTÂNCIA E APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DAS FIBRAS DO FRUTO DA CASTANHA-DO-PARÁ NA PRODUÇÃO DE BIOCÓMPÓSITOS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

IMPORTANCE AND SUSTAINABLE VALORIZATION OF BRAZIL NUT FRUIT FIBERS FOR BIOCUMPOSITE PRODUCTION: A LITERATURE REVIEW

Elielson Holanda Prado¹
Maria Eduarda do Vale Coutinho²
Kelly Katarina Ferreira do Nascimento³
Ayla Marinho da Silva⁴
João Rodrigo Coimbra Nobre⁵

Área Temática 5: Meio ambiente, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade
Modalidade: Artigo Científico

Resumo

Os impactos ambientais ocasionados pelo elevado uso de plásticos derivados de combustíveis fósseis têm impulsionado a busca por alternativas sustentáveis visando menor dependência de materiais não renováveis. Nesse contexto, o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos provenientes de atividades agroextrativistas, como o ouriço da castanha-do-pará (*Bertholletia excelsa*), surge como uma alternativa promissora, para mitigar os impactos e reduzir o volume residual gerado após a coleta e processamento. Dessa forma, este estudo tem como objetivo apresentar as principais pesquisas referentes ao uso das fibras do ouriço na composição de materiais poliméricos. A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica na base Scopus, no dia 24 de abril, considerando as publicações disponíveis em idioma inglês, entre os anos de 2015-2025. Foram utilizados como palavras-chave os termos, “Brazil nut”, “*Bertholletia excelsa*”, “composites”, “fibers”, “mesocarp”, “pericarp” e “residue” associados aos operadores booleanos AND e OR. Como resultado, foram identificados 68 artigos, dos quais apenas 10 atenderam aos critérios estabelecidos. Os artigos analisados apresentaram predominância na abordagem sobre a estrutura morfológica do fruto, que inspiram a produção de materiais resistentes, como os biocompósitos sustentáveis. Também foram relatados estudos relacionados à produção de compósitos com possíveis aplicações nas indústrias automobilísticas e construção civil. Nesse sentido, nota-se que as fibras do ouriço da castanha-do-pará possuem alto potencial para o desenvolvimento de materiais renováveis, que contribuem para a redução dos resíduos e agregam valor à cadeia produtiva amazônica. Dessa forma, conclui-se que o aproveitamento do ouriço da castanha-do-pará representa uma alternativa promissora para a indústria de materiais sustentáveis, alinhando-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) por meio da valorização dos resíduos e inovação tecnológica.

Palavras-Chave: Resíduos, Materiais sustentáveis, *Bertholletia excelsa*, Meio ambiente.

¹Universidade do Estado do Pará; elielsonholanda@gmail.com

²Universidade do Estado do Pará; meduardavcoutinho@gmail.com

³Universidade do Estado do Pará; kellykatarinanascimento@gmail.com

⁴Universidade do Estado do Pará; aylamarinho.silva@gmail.com

⁵Universidade do Estado do Pará; rodrigonobre@uepa.br

Abstract

The environmental impacts caused by plastics derived from fossil fuels have driven the search for sustainable alternatives, aiming to reduce dependence on non-renewable materials. In this context, the use of lignocellulosic residues from agro-extractive activities, such as the shell of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*), emerges as a promising alternative to mitigate environmental impacts and reduce the volume of waste generated after processing. Therefore, this study aims to present the main scientific contributions regarding the use of Brazil nut shell fibers in the development of polymeric composites. The research was carried out through a literature review in the Scopus database on April 24, considering publications in English from 2015 to 2025. The keywords used were “Brazil nut”, “*Bertholletia excelsa*”, “composites”, “fibers”, “mesocarp”, “pericarp”, and “residue”, combined with the boolean operators AND and OR. As a result, 68 articles were identified, of which only 10 met the established criteria. The analyzed publications mainly focus on the morphological structure of the fruit, which serves as inspiration for the development of high-performance materials, such as sustainable biocomposites. Studies addressing the production of composites with potential applications in the automotive and civil construction sectors were also identified. In this regard, Brazil nut shell fibers demonstrate high potential for the development of renewable materials that contribute to waste reduction while adding value to the Amazonian production chain. Thus, it is concluded that the use of Brazil nut shells represents a promising alternative for the sustainable materials industry, aligning with the Sustainable Development Goals (SDG) through waste valorization and technological innovation.

Key words: Residues, Sustainable materials, *Bertholletia excelsa*, Environment.

1. Introdução

Os polímeros sintéticos, derivados de combustíveis fósseis, têm gerado preocupações ambientais significativas devido à persistência no ambiente e aos problemas associados ao seu descarte inadequado que impactam os ecossistemas, levando à poluição e mudanças climáticas (Lakhier *et al.*, 2024).

Atualmente, o interesse público pelo meio ambiente, mudanças climáticas e uso de combustíveis fósseis está promovendo ações de governos, empresas e pesquisadores na busca por alternativas ecologicamente corretas que minimizem o uso de fontes derivadas do petróleo (Siracusa; Blanco, 2020). Dentre as alternativas, o desenvolvimento de compósitos poliméricos derivados de fibras naturais surge como potenciais estratégias para a redução dos impactos, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável e geração de renda (Prasad *et al.*, 2024).

Nesse contexto, a utilização de fibras lignocelulósicas provenientes das atividades agroindustriais e extrativistas da região amazônica torna-se uma importante fonte de matéria-prima renovável para o desenvolvimento de materiais compósitos (Silveira *et al.*, 2024). Devido às características físicas e mecânicas das fibras, vários estudos têm explorado a utilização na produção de biocompósitos poliméricos para diferentes aplicações, destacando o seu potencial

para melhorar as propriedades dos materiais e promover a sustentabilidade ambiental (Silva *et al.*, 2025).

Além disso, a incorporação de fibras naturais em matrizes poliméricas resulta em compósitos com propriedades mecânicas e térmicas aprimoradas, devido à eficiente transferência de carga entre a matriz e as fibras. Essas melhorias são atribuídas à boa adesão interfacial e à distribuição uniforme das fibras, o que contribui para o aumento da resistência e rigidez dos materiais compósitos (Hsissou *et al.*, 2021; Mendez; Travassos; Lima, 2023).

Pesquisas utilizando fibras de fibra de caranã como reforço de compósito epóxi (Souza *et al.*, 2022), fibras da casca de cacau como reforço de compósitos naturais (Posso *et al.*, 2024), fibras de guarumã na produção de argamassas (Azevedo *et al.*, 2022) e fibras da semente de açaí na produção de painéis aglomerados (Barbosa *et al.*, 2022) são alguns exemplos de biorresíduos também gerados nas cadeias produtivas da Amazônia, amplamente estudadas quanto ao seu potencial para reforçar os compósitos poliméricos, demonstrando melhorias substanciais na resistência à tração e ao impacto.

Dadas essas aplicações bem-sucedidas de fibras residuais em compósitos poliméricos, estratégias semelhantes podem ser desenvolvidas utilizando os resíduos da castanha-do-pará, para produzir materiais sustentáveis. Nesse sentido, a utilização do ouriço (pericarpo) da castanha-do-pará como fonte alternativa para a produção de compósitos renováveis, caracteriza-se como uma inovação tecnológica e sustentável, uma vez que as fibras possuem alta resistência e composição lignocelulósica (Mendez; Travassos; Lima, 2023).

A busca por novos materiais sustentáveis é cada vez mais frequente na área da pesquisa tecnológica, uma vez que auxilia na redução dos resíduos, além de minimizar o impacto ambiental, através de práticas sustentáveis que contribuem para a economia circular e alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (Chandra; Kumar; Mahapatra, 2024; Platnieks *et al.*, 2020).

Dessa forma, o objetivo deste estudo é realizar um levantamento bibliográfico das principais pesquisas relacionadas ao uso fibras do ouriço da castanha-do-pará na produção de biocompósitos, assim como evidenciar a importância desse resíduo para o desenvolvimento sustentável.

2. Metodologia

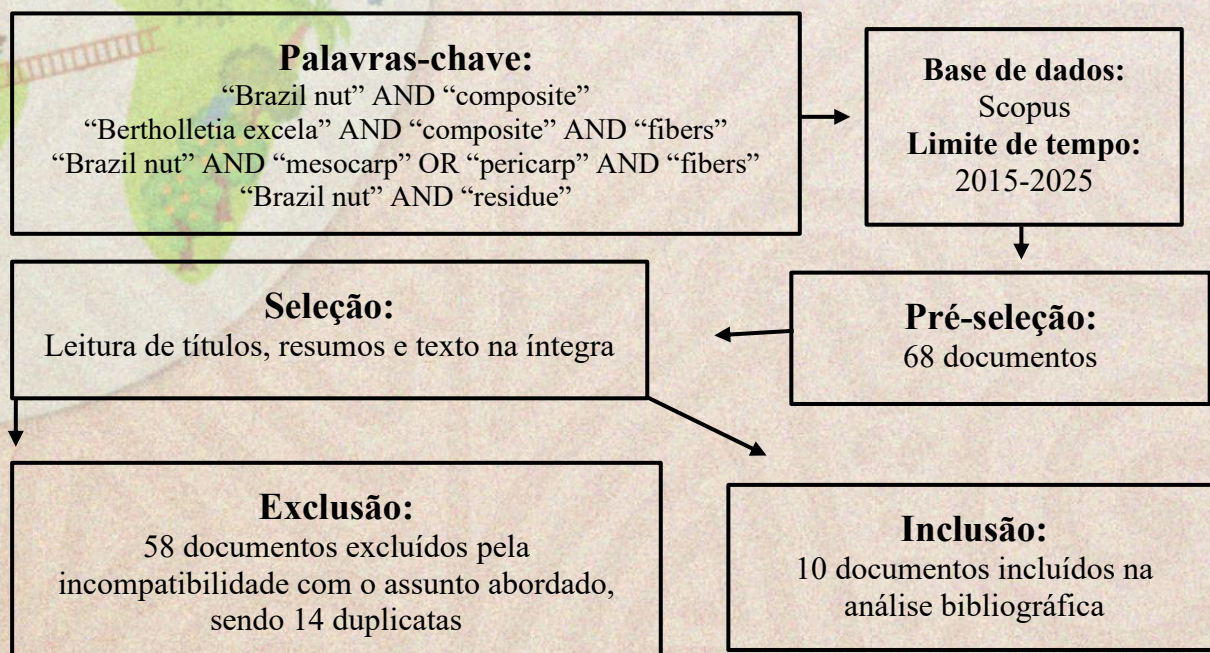
A partir da delimitação da temática deste trabalho, realizou-se um estudo bibliométrico, fundamentado na análise de artigos científicos publicados em âmbito internacional. A coleta de dados foi efetuada no dia 24 de abril de 2025, por meio da base de dados Scopus, selecionada por apresentar maior indexação e desempenho na busca de documentos relacionados ao tema.

Para realizar a pesquisa, foram utilizados os termos e as palavras-chave combinados em idioma inglês, escolhido por ser um idioma universal, difundida por todo o mundo, sobretudo o científico. Nas bases, foram utilizadas as combinações de termos, como “AND” e “OR” para abranger o maior número de artigos.

Foram utilizados os termos “Brazil nut” AND “composite”, “*Bertholletia excelsa*” AND “composite” AND “fibers”, “Brazil nut” AND “mesocarp” OR “pericarp” AND “fibers”, “Brazil nut” AND “residue” no campo “article title, abstract, keywords”.

Os critérios de inclusão foram, artigos publicados nos últimos 11 anos, ou seja, de 2015 a 2025, em idioma inglês e disponíveis na íntegra, incluindo revisões da literatura. Foram estabelecidos como critérios de exclusão, artigos que não contemplavam o tema de pesquisa, e publicados como capítulo de livro, anais e revisão de conferência. A Figura 1 apresenta o fluxo das etapas de busca e análise bibliométrica conduzidas nesta pesquisa.

Figura 1 - Etapas de coleta de dados e análise bibliográfica.



Fonte: Autores, 2025.

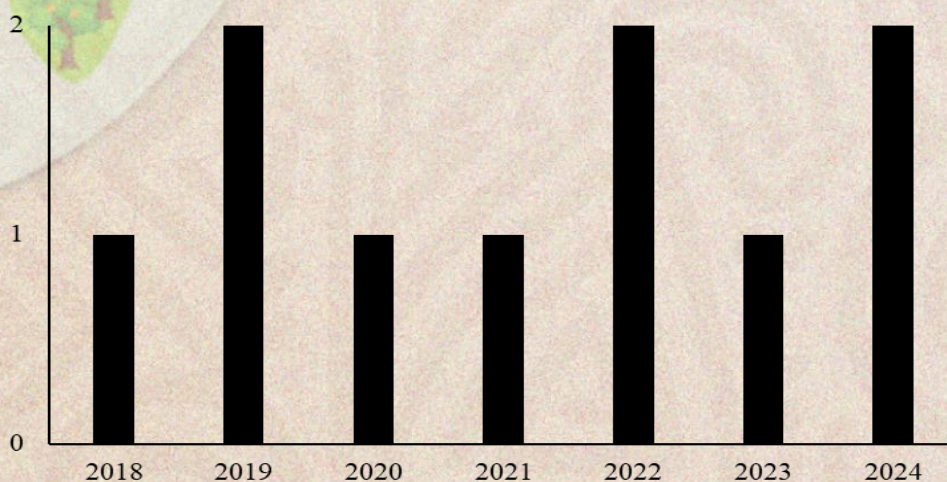
Após a seleção dos documentos a partir dos critérios estabelecidos, os arquivos foram exportados no formato “RIS” e importados para web site Rayyan, plataforma que auxilia na realização de revisões bibliográficas e sistemáticas de forma eficiente. Por meio do Rayyan, foi possível realizar a triagem e análise dos documentos, promovendo a correlação entre os termos utilizados e a filtragem do volume de artigos encontrados, conforme a metodologia descrita.

3. Resultados/Discussões

Considerando os anos de 2015 a 2025, observou-se que a quantidade de estudos referente ao aproveitamento das fibras do ouriço da castanha-do-pará ainda é pouco explorada na literatura científica. A partir da pesquisa bibliográfica, foram encontrados apenas 68 artigos, os quais foram submetidos a uma análise criteriosa, de forma que fossem selecionados apenas os documentos que abordassem os objetivos propostos neste estudo. Após a leitura dos artigos, foram identificados 14 duplicatas e 44 artigos que não correspondiam ao tema, sendo incluídos ao final desta revisão 10 artigos que estavam alinhados ao tema.

A partir dos dados encontrados, foi realizado um levantamento quantitativo dos artigos publicados ao longo dos anos 11 anos, como exposto na Figura 2. Nesse cenário, é possível observar pequenas variações entre os anos de publicações, o que pode estar relacionado à crescente preocupação com o meio ambiente, busca por soluções ecológicas e ao aproveitamento de resíduos lignocelulósicos.

Figura 2 – Quantidade de artigos produzidos entre os anos de 2015 e 2025.



Fonte: Autores, 2025.

Considerando os artigos encontrados na base de dados Scopus, o gráfico demonstra que não houve publicações anteriores ao ano de 2018, demonstrando que o uso das fibras do ouriço na produção de biocompósitos ainda é pouco explorado. Conforme pode-se observar na Figura 2, as primeiras publicações sobre o tema surgiram no ano de 2018, principalmente, 2019, 2022 e 2024, os quais representam 60% das publicações mapeadas.

A partir da leitura dos artigos, foi possível identificar os autores com maior contribuição de pesquisas sobre a estrutura e composição do fruto, e utilização do resíduo na produção de materiais biomateriais, conforme destacado no Quadro 1.

Quadro 1- Principais informações dos artigos referentes ao ouriço da castanha-do-pará.

Autores	Título do artigo	Nº de citações	Objetivo do artigo
Nogueira <i>et al.</i> (2018)	Development and characterization of particleboards manufactured with the residue of Brazilian nut fruit and castor oil polyurethane resin	8	Produzir painéis particulados com fibras do ouriço da castanha-do-pará associado à resina poliuretana de mamona
Petrenchen; Arduin; Ambrósio (2019)	Morphological characterization of Brazil nut tree (<i>Bertholletia excelsa</i>) fruit pericarp	3	Caracterizar a morfologia do pericarpo em escalas microscópicas
Sonego; Fleck; Pesson (2019)	Mesocarp of Brazil nut (<i>Bertholletia excelsa</i>) as inspiration for new impact resistant materials	22	Caracterizar a microestrutura do mesocarpo por análise química e microscópica
Sonego; Fleck; Pesson (2020)	Hierarchical levels of organization of the Brazil nut mesocarp	14	Investigar a organização hierárquica do mesocarpo da castanha-do-pará à nível fibrilar.
Sonego <i>et al.</i> (2021)	Microstructural features influencing the mechanical performance of the Brazil nut (<i>Bertholletia excelsa</i>) mesocarp	5	Investigar como as microestruturas do mesocarpo afetam no desempenho do fruto
Torres <i>et al.</i> (2022)	Sustainable applications of lignocellulosic residues from the production of Brazil nut in the Peruvian Amazon	5	Fornecer informações sobre as aplicações sustentáveis dos resíduos da castanha-do-pará

Sonego <i>et al.</i> (2022)	Composite design bioinspired by the mesocarp of Brazil nut	1	Produzir e testar compósitos bionspirados na estrutura do mesocarp
Sonego <i>et al.</i> (2023)	<i>Bertholletia excelsa</i> Fruit: Unveiling Toughening Mechanisms and Biomimetic Potential for Advanced Materials	0	Caracterizar o desempenho mecânico do mesocarp por ensaios de tração e compressão
Ali <i>et al.</i> (2024)	Influence of Structure and Geometry on the Compressive Deformation Behavior of Macadamia Integrifolia and Bertholletia Excelsa Shells: A Validated Finite Element Simulation Study	2	Compreender o comportamento de deformação de cascas de sementes e mesocarp por meio de ensaios de compressão
Leite-Brarbossa <i>et al.</i> (2024)	Polymer Composites Reinforced with Residues from Amazonian Agro-Extractivism and Timber Industries: A Sustainable Approach to Enhancing Material Properties and Promoting Bioeconomy	0	Avaliar o potencial dos resíduos agroextrativista da região amazônica como reforço polimérico

Fonte: Autores, 2025.

Estudos baseados na estrutura natural da castanha-do-pará ganham destaque devido à alta resistência a fraturas, onde os frutos, também conhecidos como ouriços da castanha surgem como modelos para compreensão da resistência estrutural, fornecendo informações para o desenvolvimento de materiais mais leves, duráveis e sustentáveis (Sonego *et al.* 2022).

Os mecanismos naturais de resistência presentes no fruto da castanha-do-pará contribuem para alta resistência ao impacto e à fratura, e surgem como inspiração para a produção de materiais mais resistentes, associando o conhecimento biotecnológico da engenharia de materiais (Sonego *et al.* 2023).

Além disso, a alta resistência viabiliza o uso do mesocarp da castanha-do-pará como modelo para novos materiais resistentes ao impacto, conforme observado no estudo de Sonego; Fleck; Pesson (2019). Ao analisarem as propriedades estruturais e mecânicas do fruto com base em observações morfológicas, o estudo evidenciou a capacidade de aplicações biomiméticas na

elaboração de materiais eficientes e sustentáveis, em razão da alta resistência estrutural, e capacidade de suportar forças de 10 kN a 14,7 kN.

Sonego; Fleck; Pesson (2020), identificaram que a estrutura do mesocarpo é constituída principalmente por fibras e esclereídes em direções longitudinais e latitudinais. Essa informação, segundo os autores, inspira a adoção de estratégias para melhorar a resistência dos materiais a partir da orientação dos feixes de fibras.

Validando a pesquisa, ao investigar as distribuições de tensões e deformações no mesocarpo da castanha por meio de modelagens simuladas, Ali *et al.* (2024) observaram que a distribuição dos feixes de fibras associadas a “vazios” influencia na redistribuição das tensões, que reduzem as fissuras e promove maior resistência mecânica e leveza aos materiais. Os esclereídes possuem capacidade de deformação sob efeito de compressão, sendo semelhantes a “espumas”, ou seja, as microestruturas rígidas são reorganizadas nos vazios, possibilitando maior resistência a fraturas (Sonego *et al.*, 2021).

Conforme observado no estudo de Petrechen; Arduin; Ambrósio (2019), a estrutura morfológica do pericarpo da castanha-do-pará é composta principalmente por células esclereídes e fibras que garantem rigidez ao fruto. Ao destacar as propriedades físicas e estruturais do pericarpo e o potencial como material renovável como carga de reforço, o estudo reforça a importância das biomassas naturais como fontes de matérias-primas sustentáveis para futuras aplicações industriais.

Por meio de uma revisão da literatura, Leite-Barbosa *et al.* (2024) investigaram o potencial dos resíduos agroextrativista presentes na Amazônia, e identificaram que devido à característica fibrosa que confere resistência ao fruto, os resíduos da castanha-do-pará tornam-se matéria-prima promissoras para aplicação em biocompósitos poliméricos, com aplicabilidade em indústrias automotivas e construção civil.

O estudo de Nogueira *et al.* (2018) demonstrou que as fibras podem ser utilizadas na produção de painéis aglomerados. Os autores desenvolveram painéis associados com adesivo de poliuretano a partir de óleo de mamona, com diferentes concentrações de fibras do ouriço, e testaram a qualidade por meio de caracterização físico-mecânica, resultando em materiais com boas propriedades de resistência mecânica.

Diante do interesse no resíduo da castanha-do-pará após a coleta e/ou beneficiamento, Torres *et al.* (2022) abordaram diferentes alternativas para o aproveitamento de resíduos

gerados durante a produção da castanha-do-pará. A pesquisa apresentou soluções para reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte dos resíduos, explorando diversas possibilidades de aproveitamento, como a produção de energia, adubação orgânica e materiais ecologicamente viáveis como os ecolásticos.

Nesse contexto, os estudos demonstram que as fibras do ouriço constituídas por lignina (56%) e hemicelulose (15,7%), com capacidade de deformação de aproximadamente 30%, apresentam características interessantes, como a alta resistência, o que torna o ouriço uma fonte alternativa para a produção de biocompósitos (Sonego; Fleck; Pesson, 2019; Sonego *et al.*, 2021). Além disso, o aproveitamento contribui não só para redução dos resíduos, que são descartados de forma inapropriada no meio ambiente, mas, também para gerar valor à biomassa.

Dessa forma, o aproveitamento de subprodutos gerados após a coleta do fruto da castanha-do-pará torna-se importante no contexto social e econômico, contribuindo também para o desenvolvimento sustentável e economia circular da região amazônica (Alves *et al.*, 2023; Leite-Barbosa *et al.*, 2024).

4. Considerações Finais

Na busca por soluções sustentáveis, o aproveitamento dos resíduos agroindustriais da região amazônica são uma importante fonte de matérias-primas sustentáveis. Nesse sentido, os estudos evidenciam que a presença de estruturas fibrosas nas fibras do ouriço da castanha-do-pará viabiliza a produção de compósitos poliméricos, com alta resistência mecânica e leveza, tornando-se promissores para aplicação em indústrias automobilísticas e construção civil.

Portanto, os resultados desta revisão podem contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas voltadas para o aproveitamento das fibras lignocelulósicas da castanha, visando a produção de biomateriais resistentes e que contribuam para a inovação tecnológica sustentável da região amazônica, assim como a mitigação das mudanças climáticas.

5. Agradecimentos

Agradecemos a Universidade do Estado do Pará (UEPA), ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Recursos Naturais e Sustentabilidade na Amazônia (PPGTEC), ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

(PIBITI) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio, oportunidade de desenvolvimento da pesquisa e bolsas disponibilizadas.

6. Referências Bibliográficas

ALI, S. A.; SONEGO, M.; SALAVATI, M.; FLECK, C. Influence of structure and geometry on the compressive deformation behavior of *Macadamia integrifolia* and *Bertholletia excelsa* shells: A validated finite element simulation study. **Advanced Engineering Materials**, v. 26, n. 4, p. 2300723, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1002/adem.202300723>.

ALVES, A. T.; MIRANDA, I. P. DE A.; LASMAR, D. J.; COSTA, A. Viabilidade econômica do carvão ativado obtido do ouriço da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*). **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies**, v. 16, n. 1, p. e765-e765, 2023. Doi: <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2024.v16i1.765>.

AZEVEDO, A. R.; LIMA, T. E.; REIS, R. H.; OLIVEIRA, M. S.; CANDIDO, V. S.; MONTEIRO, S. N. Guaruman fiber: A promising reinforcement for cement-based mortars. **Case Studies in Construction Materials**, v. 16, p. e01029, 2022. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01029>.

BARBOSA, A. DE M.; SANTOS, G. M. DOS; MELO, G. M. M. DE; LITAIFF, H. A.; MARTORANO, L. G.; GIACON, V. M. Evaluation of the use of açaí seed residue as reinforcement in polymeric composite. **Polymers and Polymer Composites**, v. 30, 2022. Doi: [10.1177/09673911221108307](https://doi.org/10.1177/09673911221108307).

CHANDRA, D. K.; KUMAR, A.; MAHAPATRA, C. Ecofriendly bioplastics from biowaste: Antimicrobial and functional enhancements for sustainable packaging. **European Polymer Journal**, v. 221, p. 113557, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2024.113557>.

HSISSOU, R.; SEGHIRI, R.; BENZEKRI, Z.; HILALI, M.; RAFIK, M.; ELHARFI, A. Polymer composite materials: A comprehensive review. **Composite structures**, v. 262, p. 113640, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.113640>.

LAKHIAR, I. A.; YAN, H.; ZHANG, J.; WANG, G.; DENG, S.; BAO, R.; ZHANG, C.; SYED, T. N.; WANG, B.; ZHOU, R.; XUANXUAN, W. Poluição Plástica na Agricultura como Ameaça à Segurança Alimentar, ao Ecossistema e ao Meio Ambiente: Uma Visão Geral. **Agronomy**, v. 14, n. 3, e548, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy14030548>.

LEITE-BARBOSA, O.; PINTO, C.C.D.O.; LEITE-DA-SILVA, J.M.; DE AGUIAR, E.M.M.M.; VEIGA-JUNIOR, V.F. Polymer Composites Reinforced with Residues from Amazonian Agro-Extractivism and Timber Industries: A Sustainable Approach to Enhancing Material Properties and Promoting Bioeconomy. **Polymers**, v. 16, n. 23, e3282, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/polym16233282>.

MENDEZ, C. R.; TRAVASSOS, R. G.; LIMA, L. **Bioplástico - formação de cadeia produtiva para pré-processamento de resíduos orgânicos para uso na produção de**

bioplástico. 2023. Projeto Técnico. Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia, Manaus, março 2023.

NOGUEIRA, I. M. DOS. S.; LAHR, F. A. R.; GIACON, V. M. Desenvolvimento e caracterização de painéis de partículas aglomeradas utilizando o resíduo do ouriço da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) e resina poliuretana derivada do óleo da mamona. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 23, n. 1, p. e11985, 2018. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620170001.0321>.

PETRECHEN, G. P.; ARDUIN, M; AMBRÓSIO, J. D. Morphological characterization of Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) fruit pericarp. **Journal of Renewable Materials**, v. 7, n. 7, p. 678-687, 2019. Doi: 10.32604/jrm.2019.04588.

PLATNIEKS, O.; BARKANE, A.; IJUDINA, N.; GAIDUKOVA, G.; THAKUR, V. K.; GAIDUKOV, S. Sustainable tetra pak recycled cellulose/Poly (Butylene succinate) based woody-like composites for a circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 270, e122321, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122321>.

POSSO, A. M. H.; SILVA, J. C. M.; NIÑO, J. P. C.; HERNANDEZ, J. H. M.; LIMA, L. D. P. F. C. DE. Characterization and Implementation of Cocoa Pod Husk as a Reinforcing Agent to Obtain Thermoplastic Starches and Bio-Based Composite Materials. **Polymers**, v. 16, n. 11, p. 1608, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/polym16111608>.

PRASAD, V.; VIJAYAKUMAR, A. A.; JOSE, T.; GEORGE, S. C. A comprehensive review of sustainability in natural-fiber-reinforced polymers. **Sustainability**, v. 16, n. 3, p. 1223, 2024. Doi: <https://doi.org/10.3390/su16031223>.

SILVA, B. C.; CANELAS, C. A.; MATOS, A. T.; REZENDE, R. A.; DUTRA, J. C.; REIS, M. A.; XAVIER-JUNIOR, F. H.; EIRÓ-QUIRINO, L.; PASSOS, M. F. Revolutionizing sustainable materials: Amazonian fibers as raw material for generating of nanocellulose. **Cellulose**, p. 1-27, 2025. Doi: <https://doi-org.ez182.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10570-025-06550-7>.

SILVEIRA, P. H. P. M. DA; CARDOSO, B. F. D. A. F.; MARCHI, B. Z.; MONTEIRO, S. N. Amazon Natural Fibers for Application in Engineering Composites and Sustainable Actions: A Review. **Eng**, v. 5, n. 1, p. 133-179, 2024.. Doi: <https://doi.org/10.3390/eng5010009>.

SIRACUSA, V.; BLANCO, I. Bio-Polyethylene (Bio-PE), Bio-Polypropylene (Bio-PP) and Bio-Poly(ethylene terephthalate) (Bio-PET): Recent Developments in Bio-Based Polymers Analogous to Petroleum-Derived Ones for Packaging and Engineering Applications. **Polymers**, v. 12, n. 8, p.1641, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym12081641>.

SONEGO, M.; FLECK, C.; PESSAN, L. A. Hierarchical levels of organization of the Brazil nut mesocarp. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 6786, 2020. Doi: <https://doi.org.ez182.periodicos.capes.gov.br/10.1038/s41598-020-62245-y>.

SONEGO, M.; FLECK, C.; PESSAN, L. A. Mesocarp of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) as inspiration for new impact resistant materials. **Bioinspiration & biomimetics**, v. 14, n. 5, p. 056002, 2019. Doi: 10.1088/1748-3190/ab2298.

SONEGO, M.; MADIA, M.; EDER, M.; FLECK, C.; PESSAN, L. A. Microstructural features influencing the mechanical performance of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) mesocarp. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 116, p. 104306, 2021. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.104306>.

SONEGO, M.; MORGENTHAL, A.; FLECK, C.; PESSAN, L.A. *Bertholletia excelsa* Fruit: Unveiling Toughening Mechanisms and Biomimetic Potential for Advanced Materials. **Biomimetics**, v. 8, n. 7, e509, 2023. Doi: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8070509>.

SONEGO, M.; SCIUTI, V. F.; VARGAS, R.; CANTO, R. B.; PESSAN, L. A. Composite design bioinspired by the mesocarp of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **Bioinspiration & Biomimetics**, v. 17, n. 4, p. 046011, 2022. Doi: 10.1088/1748-3190/ac6f37.

SOUZA, A. T.; NEUBA, L. D. M.; JUNIO, R. F. P.; CARVALHO, M. T.; CANDIDO, V. S.; FIGUEIREDO, A. B.-H. D. S.; MONTEIRO, S. N.; NASCIMENTO, L. F. C.; DA SILVA, A. C. R. **Polymers**, v. 14, n. 16, p. 3348, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3390/polym14163348>.

TORRES, F. G.; GONZALES, K. N.; TRONCOSO, O. P.; 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, 2022. Doi: <https://doi-org.ez182.periodicos.capes.gov.br/10.1002/tqem.21812>.