

FORMULAÇÃO DE HAMBÚRGUER HÍBRIDO COM FARINHA DA CASCA DE BARU: ALTERNATIVA TECNOLÓGICA PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO CERRADO

Lariane Ribeiro da Silva¹;

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO.

<https://lattes.cnpq.br/4675042357177727>

Eliane Teixeira Mársico²;

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO.

<http://lattes.cnpq.br/3971598714445106>

Tatianne Ferreira De Oliveira³;

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO.

<http://lattes.cnpq.br/2017895913160804>

Larissa Ribeiro da Silva⁴;

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia-GO.

<https://lattes.cnpq.br/0992593142192082>

Tânia Aparecida Pinto de Castro Ferreira⁵.

Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia -GO.

<http://lattes.cnpq.br/0312123979235562>

RESUMO: A utilização de subprodutos agroindustriais, como o epicarpo do baru (*Dipteryx alata* Vog.), ricos em fibras, compostos fenólicos e micronutrientes, constitui estratégia promissora para reduzir o desperdício de alimentos de forma sustentável. O objetivo deste trabalho é embasar o desenvolvimento de formulações de proteínas cárneas híbridas enriquecidas com ingredientes vegetais proteicos, por meio de levantamento bibliográfico sobre propriedades tecnológicas e aplicações alimentícias desses subprodutos. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases ScienceDirect e SciELO nos últimos sete anos, utilizando operadores booleanos (“and”) e palavras-chave como meat, carne, epicarpo do baru, subprodutos do baru. O epicarpo apresentou alto índice de absorção de água e óleo, características relevantes para produtos de padaria e substitutos proteicos vegetais. Propõe-se a formulação de hambúrgueres híbridos com carne bovina, farinha de epicarpo de baru e farinha de soja torrada e desengordurada, visando melhorias nutricionais, sensoriais e tecnológicas. Os teores vegetais podem variar conforme delineamento fatorial composto

rotacional, com três variáveis e três pontos centrais. Serão avaliadas características físico-químicas, relação umidade/proteína, teor de proteína, qualidade tecnológica, tempo de cocção, cor, textura, microbiologia e aceitabilidade sensorial. Promove produtos saudáveis e sustentáveis, ricos em fibras, com menor gordura e valor agregado alinhados às ODS 2030.

PALAVRAS-CHAVE: Carne Híbrida. Resíduos. Economia Circular.

HYBRID BURGER FORMULATION WITH BARU SHELL FLOUR: A TECHNOLOGICAL ALTERNATIVE FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE CERRADO

ABSTRACT: The use of agroindustrial byproducts, such as baru epicarp (*Dipteryx alata* Vog.), rich in fiber, phenolic compounds, and micronutrients, constitutes a promising strategy for sustainably reducing food waste. This study aimed to support the development of hybrid meat protein formulations enriched with plant-based protein ingredients through a literature review of the technological properties and food applications of these byproducts. The literature search was conducted in ScienceDirect and SciELO over the past seven years, using Boolean operators (“and”) and keywords such as meat, carne, baru epicarp, baru byproducts, and sustainability. The epicarp exhibited high water and oil absorption rates, characteristics relevant for bakery products and plant-based protein substitutes. The proposal is to formulate hybrid burgers with beef, baru epicarp flour, and roasted and defatted soybean flour, aiming for nutritional, sensory, and technological improvements. Vegetable content may vary according to a rotational composite factorial design with three variables and three central points. Physicochemical characteristics, moisture/protein ratio, protein content, technological quality, cooking time, color, texture, microbiology, and sensory acceptability will be evaluated. This promotes healthy and sustainable products, rich in fiber, with lower fat and added value, aligned with the 2030 SDGs.

KEY-WORDS: Hybrid Meat.Waste.Circular Economy.

INTRODUÇÃO

Ter uma alimentação saudável e sustentável é um dos grandes desafios da nossa geração. O aproveitamento de subprodutos alimentares desponta como uma estratégia inovadora para a indústria de alimentos, contribuindo significativamente para a redução do desperdício e para a promoção da sustentabilidade, por meio do reaproveitamento de matérias-primas subutilizadas. Avanços tecnológicos na formulação de novos produtos têm buscado alternativas para minimizar perdas ao longo da cadeia produtiva, resultando no desenvolvimento de alimentos com elevado valor nutricional, funcional e sensorial. Essas soluções representam uma resposta promissora às exigências de uma alimentação mais sustentável (Kraithong *et al.*, 2021).

Segundo Ismail et al. (2020), o termo *carne híbrida* refere-se à substituição parcial da carne por ingredientes de origem não animal, resultando em produtos que combinam componentes cárneos e vegetais. Esses alimentos são também comumente denominados como substitutos de carne, carne vegetal, alternativas à carne, carnes análogas ou mimetizadores de carne. Além da replicação de cortes inteiros, é possível desenvolver versões alternativas de produtos processados e embutidos, como salsichas, salames, nuggets, almôndegas, hambúrgueres e carne moída, buscando reproduzir suas propriedades sensoriais, funcionais e nutricionais. Nesse contexto, a utilização de proteínas mistas em formulações cárneas tem sido amplamente investigada como uma estratégia viável para reduzir o teor de carne animal, promovendo ganhos em sustentabilidade ambiental e perfil nutricional (Feddern et al., 2024).

Assim, cerca de 35% dos consumidores brasileiros demonstram entusiasmo em relação às *meat extensions*, ou seja, à incorporação de ingredientes não cárneos com o objetivo de melhorar a qualidade de produtos de origem animal. A utilização de proteínas mistas, combinando fontes animais e vegetais, configura-se como uma estratégia eficaz para promover a sustentabilidade nos sistemas alimentares contemporâneos. Essa abordagem pode contribuir para a redução da pegada ambiental associada à produção de alimentos, considerando que a pecuária intensiva é responsável por uma parcela significativa das emissões de gases de efeito estufa, do consumo de água e da degradação de ecossistemas naturais (ADM, 2025).

Por outro lado, a adição de ingredientes vegetais ricos em proteínas e fibras como leguminosas, sementes e subprodutos agroindustriais locais permite o desenvolvimento de alimentos nutricionalmente mais equilibrados, com menor impacto ambiental e melhor aproveitamento de resíduos. Além disso, o uso de proteínas mistas favorece a diversificação das dietas, incentiva cadeias produtivas regionais e fortalece práticas associadas à economia circular (FAO, 2019; Willett et al., 2019).

Dentre os subprodutos que podem ser aproveitados estão os subprodutos oriundos do baru. Os subprodutos pouco utilizados do baru compreendem a casca (epicarpo) polpa (mesocarpo) endocarpo, que representa cerca de 95% do fruto, respectivamente (Martins et al., 2017).

O baru (*Dipteryx alata* Vog.) pertence à família da Fabaceae, subfamília Papilionoideae, encontra-se na região do Cerrado especialmente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-oeste e Sudeste do Brasil. A castanha do baru durante o processamento gera anualmente 2.200 toneladas de subprodutos, dentre os quais englobam a torta parcialmente desengordurada e a casca do baru (Egea et al., 2023). O aproveitamento dos subprodutos do baru ainda é pouco explorado na literatura científica. No entanto, componentes como o epicarpo (casca), o mesocarpo (polpa) e o endocarpo têm despertado crescente interesse (Rambo et al., 2021).

A casca e a polpa do baru apresentam compostos bioativos como compostos antioxidantes, tais como compostos fenólicos (14525 e 12532 mg EAG g 100 g, além de fibras (59,67%), macronutrientes e micronutrientes (Marcelino et al., 2018; Silva et al 2021). A composição nutricional da casca (epicarpo) do baru, com base em diferentes estudos, apresenta os seguintes valores por 100 g de amostra: umidade de 16,3 g (Egea; Takeuchi, 2020), valor energético de 240 kcal (Santiago et al., 2018), carboidratos totais de 51,5 g e fibras dietéticas de 24,1 g (Campidelli et al., 2019). Além disso, o teor de proteínas é de 2,5 g (Santiago et al., 2018) de lipídios é de 2,7 g (Egea; Takeuchi, 2020) e a cinza é de 2,9 g (Campidelli et al.2020). No estudo realizado por Sousa et al. (2024), foram avaliados parâmetros tecnológicos das diferentes frações do fruto de baru, com destaque para o epicarpo (casca). Os resultados indicaram que essa fração apresentou capacidade de absorção de água (CAA) de 2,47 g/g, solubilidade em água (SUA) de 47,27 g/100 g, capacidade de absorção de óleo (CAO) de 3,18 g/g, atividade emulsificante (AE) de 65,73%, e capacidade de formação de espuma (CFE) de 4,06%.

Além disso, o estudo realizado por Silva et al. (2019) apresentou valores de retenção de água entre 9,6 e 10,7 g por 100 g de farinha da casca e mesocarpo do baru, variando de acordo com a técnica de secagem utilizada. A estrutura fibrosa e composição do epicarpo é rica em fibras insolúveis, o que favorece a absorção/retenção de água. Esses resultados indicam o potencial da farinha para contribuir com a textura e consistência de produtos alimentícios, favorecendo o desenvolvimento de formulações com melhor qualidade tecnológica.

OBJETIVO

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi reunir dados da literatura científica sobre o desenvolvimento de formulações de hambúrgueres híbridos. Esses produtos são elaborados com proteínas mistas de origem animal e vegetal por meio da substituição parcial da carne bovina por ingredientes como proteína de soja e farinha da casca de baru. Esta revisão destaca estudos que avaliam as características sensoriais, físico-químicas e tecnológicas desses hambúrgueres, incluindo parâmetros como retenção de umidade, textura, cor e redução do tempo de cocção. Tais formulações resultam em produtos com perfil nutricional aprimorado, apresentando menor teor de gordura saturada e maior conteúdo de fibras alimentares, em consonância com os princípios da Agenda 2030 da ONU. Os objetivos alcançados por esta revisão são particularmente relevantes no que tange ao estímulo à inovação sustentável (ODS 9), à promoção de padrões responsáveis de produção e consumo (ODS 12) e à mitigação dos impactos ambientais (ODS 13).

Essa revisão representa uma estratégia promissora para agregar valor nutricional e funcional aos produtos cárneos, ao mesmo tempo em que contribui para a redução do desperdício de alimentos e o fortalecimento de cadeias produtivas mais sustentáveis.

O artigo técnico é um tipo de produção acadêmico-científica que tem por objetivo apresentar, de forma clara, objetiva e fundamentada, a descrição, análise e solução de problemas práticos, tecnológicos ou operacionais, com base no conhecimento científico existente. Diferentemente de um artigo científico tradicional, que foca na produção de novos conhecimentos teóricos, o artigo técnico prioriza a aplicação do conhecimento científico à prática profissional e tecnológica (Santos et al., 2018).

DESENVOLVIMENTO

Para a obtenção da matéria-prima (casca do baru), os frutos de *Dipteryx alata* Vog. Serão inicialmente lavados em água corrente e submetidos à sanitização em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm. Após esse processo, os frutos serão despulpados utilizando-se uma guilhotina especialmente desenvolvida para esse fim. A separação manual das partes do fruto será realizada com o auxílio de facas de aço inoxidável, visando a obtenção do epicarpo (casca). A casca será então fragmentada em pequenas porções, submetida à secagem em estufa com circulação de ar a 55 °C e, posteriormente, triturada em liquidificador industrial. A farinha será obtida por meio de peneiramento, conforme metodologia adaptada de Wendeler (2018). A farinha de soja é obtida a partir de grãos de soja, que são submetidos a um processo que inclui a remoção do óleo, o que é denominado desengorduramento. Esse processo pode ser realizado por métodos mecânicos, como a prensa, ou por extração com solventes orgânicos, como o hexano. Após a remoção do óleo, os grãos são torrados para inativar enzimas antinutricionais, tais como as lipoxigenases, e então moídos para obtenção da farinha. Tal produto pode ser inserido em diversas aplicações alimentícias, enriquecendo-as com proteínas de fonte vegetal (Rigo et al., 2015), conforme a figura 2.

Figura 2- Processamento das farinhas do epicarpo do baru (casca) e da soja.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

As formulações dos hambúrgueres serão realizadas com base em uma adaptação da metodologia proposta por Barros et al. (2012), que desenvolveram hambúrgueres de carne moída enriquecidos com fibra de polpa de caju.

Serão elaboradas quatro formulações de hambúrguer com um padrão FC (100 % de carne moída), F1 (66,5 % de carne moída +20% da farinha da casca do baru +8% da farinha da soja), F2 (55,5 % de carne bovina +30 % da farinha da casca de baru + 9 % da farinha da soja, F3 (39,5 % de carne moída +45% da farinha da casca do baru + 10 % da farinha da soja), conforme mostra a tabela 1. Serão adicionadas quantidades iguais de temperos (tomate, cebola, alho, pimentão, sal, pimenta e corante) às quatro formulações, com o objetivo de padronizar o sabor e o aroma dos produtos. As formulações serão submetidas à análise da composição química (umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e carboidratos), avaliação sensorial e análise instrumental de textura, análise microbiológicas, diminuição de tempo de cozimento conforme os procedimentos descritos por Chandler et al. 2022; Jorge et al., 2022.

Tabela 1- Formulações dos hambúrgueres enriquecidos com diferentes porcentagem da farinha do epicarpo do baru.

Matérias-Primas	Formulação 1 FC (100 %)	Formulação 2 F1 (20 %)	Formulação 3 F2 (30 %)	Formulação 4 F3 (45 %)
Carne Moída	86,5	66,5	55,5	39,5
Farinha da casca de baru	-	20	30	45
Ovo	5	5	5	5
Farinha da soja	8	8	9	10
Sal	0,5	0,5	0,5	0,5

Fonte: Adaptada de Barros (2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que o produto desenvolvido apresenta sabor e textura satisfatórios, viabilizando a introdução de um novo alimento no mercado. A proposta contribuirá para a valorização da biodiversidade do Cerrado e para o aproveitamento de seus recursos, com potencial para a geração de renda. Embora este estudo tenha caráter inicial, recomenda-se a realização de pesquisas futuras que aprofundem e validem os resultados obtidos, ampliando sua aplicação em escala industrial.

REFERÊNCIA

ADM. *Alternative Protein Landscape Report*. Chicago: Archer Daniels Midland Company, jul. 2025. Disponível em: <https://www.adm.com/>. Acesso Em :19 ago.2025.

BARROS, Nara Vanessa dos Anjos; COSTA, Natália Quaresma; PORTO, Rayssa Gabriela Lima; MORGANO, Marcelo Antônio; ARAÚJO, Marcos Antônio da Mota; MOREIRA-ARAÚJO, Regilda Saraiva dos Reis. Elaboração de hambúrguer enriquecido com fibras de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos - B.CEPPA**, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 315–325, jul./dez. 2012. Disponível em : DOI: 10.33448/rsd-v9i8.5958.

Campidelli, M.;Carneiro, J. de D.; Souza, E. C.; Magalhães, M., Konig.;Braga, M.; Vilas Boas, E. V. B. Impact of the drying process on the quality and physicochemical and mineral composition of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) Impact of the Drying Process on Baru Almonds. **Journal of Culinary Science & Technology**, v. 18, n. 3, p. 231-243, 2020. Disponível em: DOI: 10.1080/15428052.2019.1586956.

EGEA, M. B.; DE OLIVEIRA FILHO, J. G.; CAMPOS, S. B.; LEMES, A. C. The potential of baru (*Dipteryx alata* Vog.) and its fractions for the alternative protein market. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 7, p.1148291, 2023. DOI: 10.3389/fsufs.2023.1148291.

EGEA, Mariana Buranelo; TAKEUCHI, Katiuchia Pereira. Bioactive compounds in baru almond (*Dipteryx alata* Vogel): nutritional composition and health effects. p. 289-302, 2020. In: MURTHY, Hosakatte Niranjana; BAPAT, Vishwas Anant; Eds. **Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts**. Reference Series in Phytochemistry. cidade: Springer Cham. 2020. 271 p.

FAO. Sustainable healthy diets: Guiding principles. Rome: **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2019. 44 p. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/329409/9789241516648-eng.pdf?sequence=1>. Acesso em: 7 jun. 2025.

Feddern, V., Langone, M. G. S., Fortunato, G. S., Bonan, C. I. D. G., Ienczak, J. L., & Feltes, M. M. C. (2024). Plant-based protein sources applied as ingredients in meat analogues sustainable production. **Brazilian Journal of Food Technology**, 27, e2024001. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.000124>.

ISMAIL, I; HWANG, Y.H.; Joo S.T.Meat analog as future food: a review. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 111, 2020. Doi: 10.5187/jast.2020.62.2.111.

JORGE, J. K. S.; SCHMIELE, V.; GONÇALVES, K. V.; CARDOSO, B. N. A.; ANDRADE, G. P. Characterization of chicken burger prepared with pequi flour. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 3, p. e55711326778, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i3.26778. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26778>. Acesso em: 26 maio 2025.

KRAITHONG, S.; ISSARA, U.A Strategic review on plant by-product from banana harvest-

ing: A potentially bio-based ingredient for approaching novel food and agro-industry sustainability. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n.8, p. 530-543, 2021. DOI: 10.1016/j.jssas.2021.06.004

MARCELINO, G., COLETA, I.T., CANDIDO, C.J., SANTOS, E.F.. Caracterização e análise sensorial de cupcakes elaborados com diferentes concentrações de farinha de polpa e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Multitemas**, v.23, n.54, p.265-28, 2018. DOI: [10.20435/multi.v23i54.1753](https://doi.org/10.20435/multi.v23i54.1753)

MARTINS, B. D. A.; FERRAZ, A. D. O.; SCHMIDT, F. L. Physical characteristics of baru tree fruit aimed at kernel extraction. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.38, n.4, p.1865-1873, 2017. DOI: 10.5433/1679-0359.2017v38n4p1865.

MARIA, Z. A. J. Aproveitamento dos subprodutos do baru (*Dipteryx alata vog.*): aplicação em novos produtos e processos. 2024. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2024.

RAMBO, M. K.; NEMET, Y. K.; JÚNIOR, C. C.; PEDROZA, M. M.; RAMBO, M. C. Comparative study of the products from the pyrolysis of raw and hydrolyzed baru wastes. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v.11, p. 1943-1953, 2021. DOI: [10.1007/s13399-019-00585-0](https://doi.org/10.1007/s13399-019-00585-0)

RIGO, Aline Andressa. *Obtenção e caracterização de farinhas de soja das cultivares BRS 267, BRS 257 e Vmax*. 2015. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2015.

SANTOS, Luiz Carlos dos. A elaboração de artigo técnico-científico: possível aplicação nas áreas das Ciências Contábeis, da Administração e do Direito. [S. I.], 2018. Disponível em: <https://www.lcsantos.pro.br/a-elaboracao-de-artigo-tecnico-cientifico-possivel-aplicacao-nas-areas-das-ciencias-contabeis-da-administracao-e-do-direito/>. Acesso em: 19 ago. 2025

SANTIAGO, Gabriela.; Oliveira, G.I.; HORST, M.A.; NAVES, M.M.V. Peel and pulp of baru (*Dipteryx alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. **Food Science and Technology**, v. 38, n.2, p. 244-249, 2018. DOI: 10.1590/1678-457X.36416.

SOUSA, Tainara, L.S.; FILHO.O.G.J.; CABASSA, C.C.I.; LEMES, C.A.; EGEA.M.B. Unraveling the potential of Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit fractions as a sustainable food ingredient: *chemical and technological characteristics and prebiotic potential*. **Sustainability**, [S.I.], v. 16, n. 24, p. 1–18, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/su162410976>.

SILVA, D. V.; OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; SILVA, M. A. P.; BARCELOS, K. R. Nutritional quality of the epicarp and mesocarp flours of baru fruits submitted to drying. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 1, p. 65–70, 2019. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi. v23, n1. P 65-70.

WENDLER, T., LIMA,L. de F., SILVA,V. da C., CANDIDO, C.J. Aproveitamento da casca de

batata doce na produção de panetone: Caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Conexão Ciência (Online)**, v. 13, n. 2, p. 21–28, 29 jun. 2018. DOI: [10.24862/ccco.v13i2.707](https://doi.org/10.24862/ccco.v13i2.707).

WILLETT, W.; ROCKSTROM, J.; LOKEN, B.; SPRINGMANN, M. LANG, T.; VERMEULEN, S.;- GARNETT, T.; TILMAN, D.; DECLERCK, F.; WOOD, A.; JONELL, M.; CLARK, M.; GORDON, L. J.; FANZO, J.; HAWKES, C.; ZURAYK, R. RIVERA, J. A.; VRIES, W.; SIBANDA, M. L.; AFSHIN, A.;- MURRAY, C. J. L. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The Lancet, London**, v. 393, n. 10170, p. 447–492, 2019. Disponível em: DOI: [10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4).