

Desenvolvimento de panificados a partir do mesocarpo do baru (*Dipteryx alata* Vogel)

Development of bakery products from the mesocarp of the baru (*Dipteryx alata* Vogel)

Elaboración de productos horneados a partir del mesocarpo de la nuez baru (*Dipteryx alata* Vogel)

Recebido: 01/12/2025 | Revisado: 08/12/2025 | Aceitado: 09/12/2025 | Publicado: 10/12/2025

Adriana Régia Marques de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0608-9988>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: adriana_regia_souza@ufg.br

Miriam Fontes Araujo Silveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0191-8628>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: miriam_fontes_araujo@ufg.br

Maria Assima Bittar Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8145-4025>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: assima.bittar@gmail.com

Fabricia Arantes de Medeiros

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6739-4677>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: fabriciaarantes@discente.ufg.br

Gabrielly de Paula Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4900-7051>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: gabriellycarvalho@discente.ufg.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar panificados enriquecidos com farinha obtida do mesocarpo do baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruto nativo do cerrado brasileiro. Foram elaborados bolo e pão com adição da farinha, avaliando-se sua composição centesimal, textura e aceitação sensorial. O bolo enriquecido apresentou aumento significativo nos teores de proteínas (10,37 g / 100 g) e fibras (4,20 g / 100 g), além de menor dureza e mastigabilidade, favorecendo a textura. Sensorialmente, foi bem aceito pelos provadores. O pão obteve aumento nos teores de proteína (18,38 g /100 g) e fibra (1,03 g / 100 g), mas em contrapartida demonstrou maior dureza e menor elasticidade, coesividade e resiliência, comprometendo sua estrutura e aceitação sensorial. Os resultados indicam que a farinha do mesocarpo do baru tem alto potencial como ingrediente funcional, especialmente em bolos, agregando valor nutricional.

Palavras-chave: Subprodutos; Novos produtos; Baru.

Abstract

This study aimed to develop and evaluate bakery products enriched with flour obtained from the mesocarp of baru (*Dipteryx alata* Vog.), a native fruit of the Brazilian Cerrado. Cake and bread were formulated with the addition of this flour, and their proximate composition, texture, and sensory acceptance were analyzed. The enriched cake showed a significant increase in protein (10.37 g/100 g) and fiber (4.20 g / 100 g) content, along with lower hardness and chewiness, improving the texture. Sensory evaluations indicated that it was well accepted by the panelists. The bread formulation also showed increased protein (18.38 g / 100 g) and fiber (1.03 g / 100 g) levels; however, it exhibited greater hardness and reduced elasticity, cohesiveness, and resilience, compromising its structure and sensory acceptance. The results suggest that baru mesocarp flour has high potential as a functional ingredient, particularly in cakes, by enhancing nutritional value.

Keywords: By-products; New products; Baru.

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar y analizar productos de panificación enriquecidos con harina obtenida del mesocarpo del baru (*Dipteryx alata* Vog.), un fruto nativo del Cerrado brasileño. Se elaboraron un pastel y un pan con la adición de la harina, evaluándose su composición centesimal, textura y aceptación sensorial. El pastel enriquecido presentó un aumento significativo en los niveles de proteínas (10,37 g / 100 g) y fibras (4,20 g / 100 g), además de menor dureza y masticabilidad, favoreciendo la textura. Sensorialmente, fue bien aceptado por los evaluadores. El pan mostró un incremento en los niveles de proteína (18,38 g / 100 g) y fibra (1,03 g / 100 g), pero, en contrapartida, presentó mayor dureza y menor elasticidad, cohesividad y resiliencia, comprometiendo su estructura y aceptación sensorial. Los resultados indican que la harina del mesocarpo del baru tiene un alto potencial como ingrediente funcional, especialmente en pasteles, aportando valor nutricional.

Palabras clave: Subproductos; Nuevos productos; Baru.

1. Introdução

O Brasil possui seis biomas principais: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. O cerrado encontra-se como o 2º maior bioma da América Latina, ocupando uma área de aproximadamente 2.036.448 km², o que corresponde cerca de 22% do território nacional (Ministério do meio ambiente, 2024). No Cerrado há uma grande variedade de vegetais e frutas como o pequi, mangaba, buriti e baru, e todas adaptadas para o verão chuvoso e inverno seco (Reis & Schmiele, 2019).

O fruto (*Dipteryx alata* Vog.) da baruzeira é originário do Cerrado e membro da família Leguminosae, está presente no bioma dos estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. O consumo do baru se dá principalmente pela sua castanha. Esse fruto é do tipo drupa, apresenta uma única semente no endocarpo e geralmente o endocarpo é duro e espesso, e possui a coloração amarronzada (Sousa et al., 2018). Porém, não é só a castanha do baru que pode ser consumida o mesocarpo do fruto também pode ser utilizado e possui altos teores de amido, fibras insolúveis, açúcares e são ricos em vitaminas e minerais (Rocha & Santiago, 2009).

O baru integra o conjunto de espécies nativas empregadas pela comunidade local como uma fonte de renda familiar, destaca-se como uma das opções mais promissoras para o cultivo, devido à sua versatilidade de uso, elevada taxa de germinação de sementes e eficácia no estabelecimento de mudas, a exploração extractiva do fruto tem o potencial de complementar a renda familiar por meio da comercialização da amêndoia e seus subprodutos (Sano et.al, 2004). No mercado atual a castanha do baru é um produto com maior interesse econômico, o que agrega valor ao mercado nacional e traz fonte de renda para os produtores (Pineli et al., 2015).

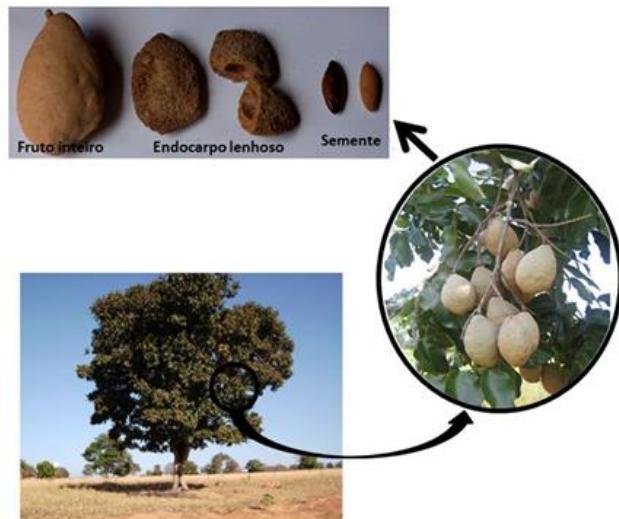
É possível fazer o aproveitamento integral do baru utilizando o mesocarpo, endocarpo e epicarpo que anteriormente seria jogado fora, o que possibilita maximizar os recursos e gerar nova fonte de renda. A análise das potencialidades do fruto assume relevância crucial ao avaliar a viabilidade na geração de novos alimentos, além de enriquecer produtos industrializados. Da mesma forma, a utilização dos resíduos na alimentação oferece uma contribuição significativa para mitigar questões relacionadas à disposição inadequada desses resíduos (Lima et al., 2014).

De acordo com Barcellos et al. (2024), o mesocarpo do baru apresenta alto teor de carboidratos totais (79,65 %), sendo uma excelente fonte de energia, além de conter elevada quantidade de fibras (31,6 0%), o que favorece a saúde intestinal. Também possui teor considerável de proteínas (5,70 %) e a presença de açúcares redutores (12,39 %), que podem contribuir para um sabor naturalmente adocicado em preparações alimentares. Dessa forma, a composição equilibrada da polpa do baru reforça seu potencial como ingrediente funcional no desenvolvimento de produtos saudáveis e nutritivos.

O baru possui uma casca fina e escura de cor marrom, envolvendo uma polpa adocicada e adstringente que abriga uma amêndoia dura e comestível (Figura 1). Sua safra geralmente ocorre entre os meses de agosto e outubro, sendo encontrado no

Cerrado brasileiro, principalmente nas regiões de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, Bahia, e partes de São Paulo (Silva, 2022).

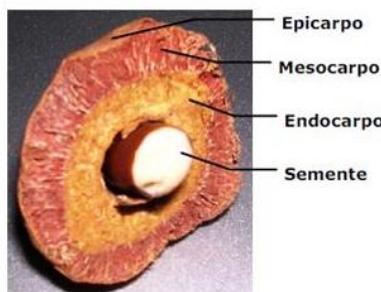
Figura 1 - O barueiro e o fruto do baru.



Fonte: Adaptado de Martins (2010).

Quando o fruto é aberto, o pericarpo apresenta três camadas (Figura 2): epicarpo fino de consistência macia e quebradiça (casca), o mesocarpo marrom de consistência macia e farinácea, que corresponde à polpa e endocarpo lenhoso de cor marrom formado de fibras lignificadas, que o torna duro e resistente (Rufino et al, 2010).

Figura 2 - Corte transversal do baru e partes constituintes do pericarpo: casca, polpa, endocarpo lenhoso e semente.



Fonte: Martins (2010).

A castanha de baru, que representa apenas 5% do fruto total, tem um valor de mercado considerável. Surpreendentemente, a polpa, apesar de seu potencial, é subutilizada na alimentação humana. Se aproveitada para outras finalidades, o rendimento útil do fruto pode ultrapassar os 50 % (Almeida et al., 1987 Cardoso Santiago & Rocha, 2009). Ao incorporar a espécie nativa do cerrado na criação de novos produtos, promove-se o desenvolvimento sustentável regional, estimulando a agricultura familiar, que se caracteriza pela produção em pequena escala (Carrazza, 2010). Devido à sua notável riqueza nutricional, o baru tem sido incorporado em várias formulações alimentares, substituindo as castanhas convencionais, inclusive na culinária internacional (Ortolan, 2016).

O mesocarpo é a camada intermediária do fruto localizada entre o epicarpo (a casca externa) e o endocarpo (a parte interna que envolve a semente). O mesocarpo do baru é um subproduto que geralmente é descartado, devido ao desconhecimento de seu valor nutricional. Um estudo realizado na Embrapa (2008) indica que o mesocarpo pode ser mais adocicado com menos tanino, ou menos adocicada com mais tanino, isso varia com a genética da planta.

A comparação entre a farinha do mesocarpo do baru e o fubá, a partir dos dados de (Capobiango et al., 2006) mostra que o fubá é mais rico em carboidratos (80,42 %), sendo uma fonte de energia, enquanto a farinha do baru se destaca pelo alto teor de fibras (39,50 %), tornando-se mais benéfica para a saúde digestiva. O fubá também tem mais proteína (6,13 %) do que a farinha do baru (4,14 %). Por outro lado, a farinha do baru contém mais lipídios (5,25 % vs. 1,94 %), o que pode influenciar no sabor e textura. Além disso, ela possui mais minerais (4,97 % de cinzas vs. 0,48 %), tornando-se uma opção mais nutritiva nesse aspecto.

Devido à sua ampla aceitação pelo público e às inúmeras possibilidades tecnológicas que oferece, a farinha elaborada a partir da polpa e casca de baru apresenta-se como uma adição valiosa à indústria de alimentos, especialmente quando incorporada em produtos panificados. Comparativamente a um pão integral comercial (PC) e levando em consideração as diretrizes da Ingestão Diária Recomendada (IDR), os pães elaborados com casca e polpa de baru demonstram satisfazer uma porcentagem ainda mais significativa das necessidades diárias de proteínas e fibras. Esta constatação não apenas ressalta o potencial nutricional do baru, mas também sugere sua viabilidade como ingrediente funcional em produtos de consumo cotidiano (Rocha & Cardoso-Santiago, 2009). Pães elaborados com diversas proporções de polpa de baru, em substituição ao farelo de trigo, são bem recebidos em relação aos aspectos de aparência, textura e sabor (Rocha & Cardoso-Santiago, 2009).

Certamente é possível incorporar os frutos regionais em preparações semelhantes aos *cupcakes*, tornando-os disponíveis aos consumidores devido à sua notável aceitação e elevada qualidade nutricional (Marcelino, 2018).

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e analisar panificados enriquecidos com farinha obtida do mesocarpo do baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruto nativo do cerrado brasileiro.

2. Metodologia

As farinhas do mesocarpo do baru foram adquiridas da empresa Baruzeiro, localizada na fazenda Babilônia, em Mineiros – Goiás e os demais ingredientes no comércio local.

Para detecção dos açúcares glicose, frutose e sacarose, bem como do ácido acético na farinha, foi realizada análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) utilizando o equipamento ©Shimadzu, modelo Prominence, com coluna Shim-pack SCR 102(H)G protegida por pré-coluna SCR 102(H)G. As condições cromatográficas empregadas foram: fase móvel composta por solução aquosa de ácido sulfúrico a 0,005 mol/L, vazão de 0,6 mL/min, temperatura da coluna mantida a 40 °C e detecção realizada por detector de índice de refração (RID). As substâncias foram visualizadas a partir dos detectores de índice de refração (RID-20A) e UV-VIS (SPD-20A), nas amostras em triplicata de farinha do mesocarpo do baru.

A análise foi realizada por meio da metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988), Pesou-se 1 g de farinha em um becker, adicionaram-se 10ml de água destilada, depois colocou-se para agitar por 30 s em um agitador magnético, deixou em repouso por 30 min e levou-se para centrifugar 3000 rpm por 30 min, após decantar foi pesado o resíduo úmido e para encontrar o final seguiu-se a equação (1):

$$CAA \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{Peso do resíduo úmido - Peso da amostra seca}{Peso da amostra seca} \quad (1)$$

A análise foi realizada também por meio da metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988). Pesou-se 1 g de farinha em um becker, adicionou 10ml de óleo de soja, depois colocou para agitar por 30 s em um agitador magnético, deixou em repouso

por 30 min e levou-se para centrifugar 3000 rpm por 30 min, após decantar foi pesado o resíduo úmido e para encontrar o final seguiu-se a equação (2):

$$CAO \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{Peso\ do\ resíduo\ úmido - Peso\ da\ amostra\ seca}{Peso\ da\ amostra\ seca} \quad (2)$$

A análise foi realizada seguindo também a metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988), pesou-se 1g de farinha em um becker, adicionaram-se 10 ml de leite, depois colocou para agitar por 30 s em um agitador magnético, deixou em repouso por 30 min e levou-se para centrifugar 3000 rpm por 30 min, após decantar foi pesado o resíduo úmido e para encontrar o final seguiu-se a equação (3):

$$CAL \left(\frac{g}{g} \right) = \frac{Peso\ do\ resíduo\ úmido - Peso\ da\ amostra\ seca}{Peso\ da\ amostra\ seca} \quad (3)$$

Para as amostras da farinha do mesocarpo do baru, bolo e pão foram realizadas as análises de umidade, atividade de água, cinzas, proteína, lipídeos e fibra bruta, realizadas seguindo os métodos Instituto Adolfo Lutz (2008).

A determinação do teor de proteínas foi realizada de acordo com a norma International Organization For Standardization ISO 1871:2009, que descreve o método de determinação de nitrogênio total utilizando o método *Kjeldahl*. O procedimento consiste na digestão da amostra com ácido sulfúrico concentrado, na presença de catalisadores, promovendo a conversão do nitrogênio orgânico em íons amônio. Em seguida, ocorre a neutralização da solução com base forte (geralmente hidróxido de sódio) e a destilação do amônio liberado, que é coletado em uma solução ácida e posteriormente titulado.

Foi desenvolvida uma formulação de bolo de fubá acrescida com mesocarpo de baru (Tabela 1).

Tabela 1 - Formulação do bolo de fubá enriquecido com farinha do mesocarpo do baru.

Ingredientes	Percentual (%)
Fubá	25,5
Farinha de mesocarpo de baru	7,62
Açúcar	11,32
Óleo	11,32
Ovos	16,32
Leite	25,79
Sal	0,54
Canela	0,32
Fermento químico	1,30

Fonte: Autoria própria (2025).

O bolo foi preparado usando um liquidificador da marca Mondial modelo Easy Power L-550, onde todos os ingredientes, exceto o fermento químico, foram misturados. Posteriormente, o fermento químico foi adicionado e incorporado à massa. A mistura resultante foi vertida em uma forma redonda de 23,5 cm de diâmetro e assada em um forno pré-aquecido a 180 °C por 40 minutos.

Após a finalização da cocção do bolo, foi realizada uma avaliação sensorial do sabor e da textura do produto entre os membros da equipe. As amostras destinadas às análises físico-química e de textura foram acondicionadas em sacos plásticos específicos para alimentos, a fim de preservar suas características.

Para a análise sensorial de aceitação com provadores não treinados, a formulação foi preparada novamente e, da mesma forma, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos próprios para alimentos.

Foi desenvolvida uma formulação do pão acrescida com mesocarpo de baru (Tabela 2), conforme o trabalho Pão enriquecido com resíduos agroindustriais (Arimatéa et al. 2015).

Tabela 2 - Formulação do pão enriquecido com farinha do mesocarpo do baru.

Ingrediente	Percentual (%)
Farinha de trigo	43,90
Farinha do mesocarpo de baru	8,8
Água	26,34
Manteiga	5,49
Açúcar	8,78
Ovo	5,48
Fermento	1,1
Sal	0,11

Fonte: Autoria própria (2025).

A produção do pão foi realizada por meio da máquina de pão Premium da Mondial, com capacidade de até 900 g, na função de pão normal, cor médio, a máquina que realizou a mistura, a sova e assou.

Depois que o pão pronto, a equipe fez uma avaliação do sabor e da textura. As amostras que seriam usadas nas análises físico-químicas e de textura foram guardadas em sacos plásticos próprios para alimentos, para manter suas características.

Para a análise de aceitação com provadores não treinados, a formulação foi preparada novamente. Essas amostras também foram armazenadas em sacos plásticos adequados para alimentos.

Realizou-se uma pesquisa experimental, laboratorial, de natureza quantitativa com uso de fórmulas e valores (Pereira et al., 2018).

Foram realizadas análises de Análise do Perfil de Textura (TPA) para as amostras de bolo (padrão e com farinha de mesocarpo) e pão (padrão e com farinha de mesocarpo). A análise de TPA é uma técnica empregada para avaliar a textura de alimentos e materiais, fornecendo dados quantitativos sobre suas propriedades mecânicas.

A análise instrumental de textura foi realizada por meio de um texturômetro TA-XT Plus (Stable Micro Systems, Surrey, England), acoplado a uma sonda cilíndrica plana de 50 mm de diâmetro (P/50). Foram utilizados os seguintes parâmetros de ensaio: velocidade pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste de 1,0 mm/s e velocidade pós-teste de 1,0 mm/s, com compressão das amostras até 50 % da altura original e tempo de espera de 5 segundos entre as duas compressões. As análises foram realizadas em triplicata, à temperatura ambiente (~25 °C), utilizando-se corpos de prova cúbicos com aproximadamente 2 cm. A partir dos dados gerados, foram calculados os seguintes parâmetros de textura: dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade, conforme metodologia descrita por Bourne (2002).

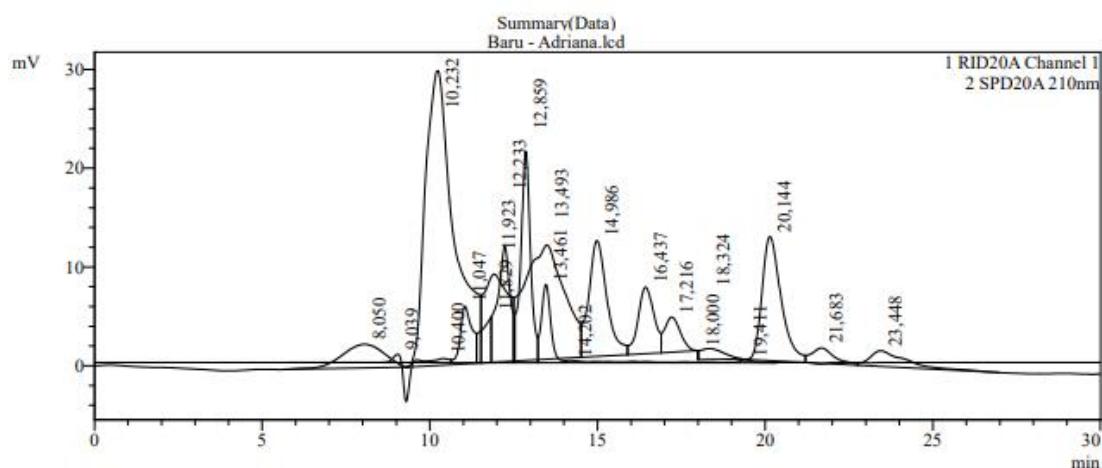
Para a análise dos dados obtidos, foi empregado o teste estatístico de Tukey, com nível de significância de 5 % ($p < 0,05$), a fim de verificar diferenças significativas entre as médias dos tratamentos. A execução da análise estatística foi realizada com o auxílio do *software* Sisvar, versão 5.8 (Sousa, 2011).

3. Resultados e Discussão

A análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) realizada no mesocarpo do baru revelou a presença de açúcares e ácidos orgânicos (Figura 3). Os resultados indicaram que os principais açúcares detectados foram sacarose (10,202),

glicose (4,088) e frutose (6,919). A predominância da sacarose sugere que a polpa do baru apresenta um perfil adocicado, sendo esta uma característica comum em frutos ricos nesse dissacarídeo. A presença de glicose e frutose, açúcares redutores, também pode influenciar na doçura. Os dados de Araujo (2013) mostram uma concentração de 30,91 % de sacarose, 22,50 % de frutose e 5,90 % de glicose, enquanto o presente estudo revelou valores significativamente maiores, com 48,09 % de sacarose, 32,63 % de frutose e 19,28 % de glicose. De acordo com Candil (2004) essas variações podem estar relacionadas a fatores como diferenças nas condições de cultivo, estágio de maturação do fruto ou até mesmo ao método analítico empregado. Ainda assim, a alta concentração de açúcares redutores, como glicose e frutose, contribui para o sabor naturalmente adocicado da farinha do mesocarpo do baru.

Figura 3 - Cromatograma dos açúcares presentes na farinha do mesocarpo do baru.



Fonte: Autoria própria (2025).

Nenhuma concentração detectável de glicerol, metanol ou etanol foi observada (Tabela 3), indicando que a amostra analisada não passou por processos fermentativos que pudessem gerar esses compostos. Isso sugere que o armazenamento e o processamento do mesocarpo foram feitos de maneira adequada, sem fermentação significativa que pudesse levar à produção de álcoois.

Tabela 3 - Análises de HPLC da farinha do mesocarpo do baru.

	Sacarose	Glicose	Frutose	Glicerol	Metanol	Etanol	Ácido Acético
Baru	10,202	4,088	6,919	0,000	0,000	0,000	148,262
Average	10,202	4,088	6,919	0,000	0,000	0,000	148,262
%RSD	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	10,202	4,088	6,919	0,000	0,000	0,000	148,262
Minimum	10,202	4,088	6,919	0,000	0,000	0,000	148,262
Standard Devition	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Fonte: Autoria própria (2025).

A farinha do mesocarpo do baru foi avaliada quanto à sua capacidade de absorção em diferentes líquidos: água, óleo e leite. As médias de absorção observadas foram de 3,73 g / g em água, 4,41 g/g em óleo e 3,52 g/g em leite, de acordo com a Tabela 4, indicando que a farinha possui maior afinidade com compostos lipofílicos.

A maior absorção observada no óleo sugere que a farinha do mesocarpo do baru pode apresentar boas propriedades de retenção de gordura, o que a torna interessante para aplicações em produtos alimentícios com maior teor lipídico, como biscoitos, massas e recheios. A absorção significativa em água e leite também demonstra potencial de uso em produtos umectantes ou lácteos, auxiliando na melhoria da textura e da estabilidade dos alimentos.

Tabela 4 - Capacidade de absorção da farinha do mesocarpo do baru em água, óleo e leite.

Amostra	Água	Óleo	Leite
Farinha do mesocarpo do baru g/g	3,73	4,41	3,52

Fonte: Autoria própria (2025).

Os dados obtidos para a composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, fibra bruta, proteína, carboidratos totais e atividade de água) foram apresentados em valores médios por tratamento (Tabela 5). Como os experimentos não foram realizados com repetições suficientes por tratamento, não foi possível aplicar testes estatísticos como a Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Tukey. Assim, a comparação entre os tratamentos foi realizada de forma descritiva, com base nas diferenças observadas nos valores médios das variáveis analisadas.

A comparação entre as formulações do bolo padrão (BP) e do bolo enriquecido (BB) evidencia mudanças na composição físico-química devido à adição da farinha do mesocarpo do baru. O teor de proteínas na formulação BB foi superior ao da BP. A incorporação de farinha de polpa de baru em produtos como cupcakes levou a um aumento significativo no teor de proteínas, evidenciando que essa substituição pode aprimorar o perfil nutricional (Marcelino, 2018).

Tabela 5 - Composição físico-química da formulação padrão do bolo (BP) e da formulação do bolo enriquecido com farinha do mesocarpo do baru (BB), em g/100g.

AM*	BP	BB	PP	PB
Umidade	29,95	32,61	39,72	32,82
Cinzas	1,19	1,56	0,87	0,70
Lipídios	2,6*	14,87	3,44**	6,40
Fibra Bruta	0,92 *	1,04	4,2**	1,03
Proteína	2,4*	5,43	10,37**	18,38
Atividade de Água	0,94	0,95	0,95	0,93

** Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Fontes: *Dados Mendes (2023).

Os valores de proteína encontrados na formulação do bolo enriquecido (BB) (5,43 g / 100g) estão em conformidade com os resultados obtidos por Ortolan (2016), que registrou 5,02% ao realizar a substituição parcial na formulação de *cupcakes*. Essa semelhança indica que a incorporação da farinha do mesocarpo do baru contribui de forma consistente para o aumento do teor proteico em produtos panificados.

Ao comparar os dados de umidade com os de Alves et al. (2010) ($24,45 \pm 0,18$ g / 100 g), observou-se que todos os produtos enriquecidos com baru apresentaram umidade mais alta em comparação aos produtos padrão, contribuindo para uma

textura mais macia e agradável. A atividade de água (Aw) apresentou o valor 0,95, o bolo com baru (BB) apresentou um valor de 0,95, ligeiramente superior ao valor do bolo padrão (0,94), sendo semelhante ao estudo de Rocha e Santiago (2009) na elaboração de pães com baru. Esse resultado indica que, embora o bolo com baru tenha umidade mais alta, a atividade de água não foi alterada de forma significativa.

A composição centesimal do pão enriquecido com farinha do mesocarpo do baru indicou que a formulação enriquecida (PB) apresentou um teor de proteína superior em comparação à formulação padrão (PP), com um valor de 18,38 g por 100 g de produto. De acordo com Lima et al. (2010), o teor de lipídios encontrado em barras de cereais enriquecida com polpa e castanha de baru foi inferior ao valor encontrado tanto para o (PB) quanto para o (BB), indicando uma maior densidade energética. Houve ainda uma leve variação nos valores de umidade e atividade de água, fatores que podem influenciar diretamente na textura e na vida útil do produto.

Estudos indicam que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de polpa de baru em produtos como macarrão resultou em aumento significativo no teor de fibras alimentares e redução nos carboidratos totais das formulações enriquecidas, demonstrando que essa substituição pode melhorar o perfil nutricional de produtos à base de cereais (Antunes et al. 2021), porém, no pão, houve uma redução, isso pode ter ocorrido por conta da menor proporção de substituição utilizada, às características específicas da formulação do macarrão e às possíveis variações na composição da matéria-prima empregada.

A incorporação da farinha do mesocarpo do baru ao pão resultou em um aumento significativo no teor de proteínas, atingindo 18 g por 100 g de produto. Esse valor é superior ao encontrado em pães tradicionais à base de trigo, que geralmente apresentam entre 7 g e 12 g de proteína por 100 g (Souza et al., 2021). Esse incremento pode ser atribuído à composição da farinha de mesocarpo do baru, que contém aproximadamente 5,59 % de proteínas, além da sinergia entre os ingredientes utilizados na formulação do pão enriquecido. Produtos panificados com maior teor protéico são nutricionalmente mais vantajosos, pois podem contribuir para o aumento da saciedade e o suporte à manutenção da massa muscular.

Ao comparar os teores de lipídios e fibras entre a formulação padrão (BP) e a enriquecida com farinha do mesocarpo do baru (BB), observa-se um aumento em ambos os componentes. O teor de lipídios passou de 2,6 g / 100g na BP para 14,87 g / 100 g na BB, evidenciando que a adição da farinha de baru contribuiu significativamente para o acréscimo de gorduras no produto. Da mesma forma, houve um leve aumento no teor de fibra bruta, que variou de 0,92 g / 100 g na formulação padrão para 1,04 g/100g na enriquecida. A polpa do baru apresenta uma composição nutricional rica, destacando-se pelos teores de fibras e outros nutrientes essenciais. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2008), a composição centesimal aproximada da polpa (mesocarpo) do baru, em base seca, inclui 5,59 % de proteínas, 3,4% de lipídios neutros, 2,99 % de cinzas, 29,5 % de fibra total (sendo 1,30 % de fibra solúvel e 28,2 % de fibra insolúvel), 20,4 % de açúcares totais e 38,0 % de amido (EMBRAPA, 2008). Dessa forma, a utilização da polpa do baru no desenvolvimento de panificados justifica-se por seu perfil nutricional promissor, especialmente pelo teor expressivo de fibras e lipídios, que favorecem o enriquecimento dos produtos e oferecem alternativas mais saudáveis aos consumidores.

Os resultados da análise de textura (Tabela 6) indicam que o bolo padrão apresentou maior dureza, gomosidade e mastigabilidade em comparação com o bolo com baru, indicando maior maciez. Essas diferenças podem ser atribuídas à incorporação da farinha de baru, devido a quantidade de fibras e lipídios presentes na formulação. Já os parâmetros de elasticidade, coesividade e resiliência não mostraram diferenças significativas entre os bolos, sugerindo que ambos têm estruturas internas comparáveis em termos de integridade e capacidade de recuperação. De acordo com o estudo de Borges (2024) no desenvolvimento de brownies com subprodutos do baru, foi possível identificar características de textura mais macias e firmes, semelhantes ao Bolo Baru (BB).

Tabela 6 - Análises de TPA do bolo e pão adicionado com mesocarpo de baru.

Amostra	Bolo Baru	Bolo Padrão	Pão Baru	Pão Padrão
Dureza	2204,48 ^a	2694,2 ^b	1204,61 ^A	445,74 ^B
Elasticidade	0,838 ^a	0,852 ^a	0,774 ^A	0,915 ^B
Coesividade	0,582 ^a	0,601 ^a	0,595 ^A	0,720 ^B
Gomosidade	1214,53 ^a	1579,03 ^b	717,10 ^A	316,66 ^B
Mastigabilidade	1019,33 ^a	1346,70 ^b	557,71 ^A	290,76 ^B
Resiliência	0,2824 ^a	0,289 ^a	0,241 ^A	0,377 ^B

Fonte: Autoria própria (2025).

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de significância, entre as colunas. A letra minúscula refere-se às análises estatísticas do bolo e as maiúsculas se referem às análises estatísticas do pão.

Em relação ao pão, verificou-se que a formulação com baru apresentou diferença estatística entre todos os parâmetros em comparação ao pão padrão, o que indica uma textura mais firme e densa. A elasticidade e a coesividade foram maiores no pão padrão, sugerindo uma estrutura mais macia e coesa. A gomosidade e a mastigabilidade foram menores no pão padrão, indicando que ele requer menor esforço para mastigação e deglutição. Além disso, o pão padrão apresentou maior resiliência, evidenciando melhor recuperação da estrutura após a compressão. Esses resultados indicam que a adição de baru altera a textura do pão, tornando-o mais firme e menos elástico do que a versão padrão. Esse comportamento é semelhante ao observado no pão artesanal, segundo o estudo de Silva Moura Miranda et al. (2021), que apresentou a maior dureza e menor coesividade, além de alta mastigabilidade.

4. Conclusão

A utilização da farinha do mesocarpo do baru no desenvolvimento de panificados mostrou-se eficaz para o enriquecimento nutricional, especialmente no bolo, que apresentou melhorias no perfil de proteínas e fibras e com textura favorecida. Apesar das alterações negativas observadas na textura do pão, como maior firmeza e menor elasticidade, o valor nutricional ainda foi ampliado. Dessa forma, a farinha de mesocarpo do baru se destaca como um ingrediente funcional promissor para formulações alimentícias, promovendo o aproveitamento integral de frutos nativos e incentivando o desenvolvimento de produtos sustentáveis com valor agregado, especialmente em regiões do Cerrado brasileiro.

Referências

- Alves, A. M., Mendonça, A. L., Caliari, M. & Cardoso-Santiago, R. A. (2010). Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 40(3), 266-73.
- Almeida, S. P., Silva, J. A. & Ribeiro, J. F. (1987). Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos Cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC.
- Antunes, G. G. B. (2021). Desenvolvimento e caracterização físico-química de macarrão com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de polpa de baru. *Research, Society and Development*. 10(13), e393101321349-e393101321349.
- Arimatéa, C. C., Pagani, A. A. C. & Carvalho, M. S. (2015). Elaboração e composição química de pão de forma enriquecido com resíduos agroindustriais de frutas. In: Simpósio de Produção de Alimentos, 7. Anais [...]. 2015.
- Barcellos, T. T. (2024). Cinética de fermentação, qualidade físico-química e microbiológica de bebidas alcoólicas fermentadas e fermento-destiladas de farinha do mesocarpo do baru com diferentes bases açucaradas. *Revista Mirante*. 17(2), 278–99. ISSN 1981-4089.
- Borges, M. O., Fernandes, D. C., Santos, G. F. & Naves, M. M. V. (2024). Subprodutos agroindustriais do baru (*Dipteryx alata* Vog.) como ingrediente nutritivo e saudável na formulação de brownies. *Ciência Rural*. 54, e20230609.

- Bourne, M. C. (2002). *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. (2.ed). San Diego: Academic Press. 416 p.
- Brasil. (2024). O Bioma Cerrado. Ministério do Meio Ambiente (MMA). <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>.
- Cardoso-Santiago, R. A. & Rocha, L. S. (2009). Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na elaboração de pães. Ciência e Tecnologia de Alimentos. 29(4), 820-5.
- Capobiango, M., Vieira, C. R., Silva, A. L., Coelho, J. V., Segall, S. D., Silvestre, M. P. C. (2006). Extração química e enzimática das proteínas do fubá de milho. Food Science and Technology. 26, 884-90.
- EMBRAPA. (2008). Baru: biologia e uso. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/566595/1/doc116.pdf>.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. (2008). *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análise de alimentos*. (4.ed). Editora do Instituto Adolfo Lutz.
- ISO. (2009). *ISO 1871:2009 – Produtos alimentícios e rações – Diretrizes gerais para a determinação de nitrogênio pelo método de Kjeldahl*. Genebra: International Organization for Standardization (ISSO).
- Lima, B. N. B., Lima, F. F., Tavares, M. I. B., Costa, A. M. M. & Pierucci, A. P. T. R. (2014). Determination of the centesimal composition and characterization of flours from fruit seeds. Food Chemistry. 151(1), 293–9.
- Marcelino, G., Coleta, I. T., Cândido, C. J. & Santos, E. F. (2018). Caracterização e análise sensorial de cupcakes elaborados com diferentes concentrações de farinha de casca e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). Multitemas. 265-81.
- Ministério do meio ambiente. O Bioma Cerrado. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/cerrado.html>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- Mendes, T. A. T. & De Paiva, A. C. (2023). Elaboração de receitas saudáveis com baixa carga glicêmica para indivíduos diabéticos. Perquirere. 20(1), 107-19.
- Okezie, B. O., & Bello, A. B. (1988). "Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate". *Journal of Food Science*, 53(2), 450-4.
- Ortolan, A. V., Eing, K. K. C., Santos, M. M. R., Cândido, C. J., Santos, E. F. & Novello, D. (2016). Adição de farinha de baru em cupcakes: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. Mundo Saúde (Impr.). 213-20.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [Free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Pineli, L., Oliveira, G., Mendonça, M., Borgo, L., Freire, É., Celestino, S., Chiarello, M. & Botelho, R. (2015). Tracing chemical and sensory characteristics of baru oil during storage under nitrogen. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*. 62(2), 976-82. <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.02.015>
- Rocha, L. S. & Cardoso Santiago, R. A. C. (2009). Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na elaboração de pães. Food Science and Technology. 29(4), 820-5. <http://doi.org/10.1590/S010120612009000400019>.
- Rocha, L. S. (2008). Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de pães de forma elaborados com subprodutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.). 52 f. Dissertação (Mestrado em Ciencias Agrárias - Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Sano, S. M., Ribeiro, J. F. & Brito, M. A. (2004). *Baru: biologia e uso*. Brasília, DF: Embrapa Cerrados.
- Silva, D. V. et al. (2017). Propriedades nutricionais, físicas, químicas e tecnológicas funcionais das farinhas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) em função de diferentes condições de secagem do fruto. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, Rio Verde.
- Silva Moura Miranda, E., De Sousa Oliveira, V. M., Chastinet Braga, R. & Nunes Damasceno, M. (2021). Avaliação de cor e textura de pão de forma integral com grãos de fabricação industrial e artesanal. Revista Brasileira de Agrotecnologia. 11(2), 322–7. DOI: 10.18378/REBAGRO.V12I2.8782. <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/8782>.
- Srair, M. L. B. et al. (2023). Produção de cerveja com polpa de baru. *Simpósio de Iniciação Científica e Tecnológica*. 1(1), 133–4.
- Sousa, D. R. F. de. (2011). SISVAR: um sistema computacional de análise estatística. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. 35(6), 1039–42. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- Souza, R. G. M. D., Gomes, A. C., Navarro, A. M., Silva, M. A. C., Barbosa Jr., F. & Mota, J. F. (2018). A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*. 55-56, 154-60. <http://doi.org/10.1016/j.nut.2018.06.001> PMid:30086484. <http://doi.org/10.1016/j.nut.2018.06.001>