

BARU (*DIPTERYX ALATA*) COMO FONTE DE NUTRIENTES E MATÉRIA-PRIMA PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

**MARIANA BURANELO EGEA
SIBELE SANTOS FERNANDES**



BARU (*Dipteryx alata*)
COMO FONTE DE NUTRIENTES
E MATÉRIA-PRIMA PARA A
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE FURG

Reitor

DANILO GIROLDO

Vice-Reitor

RENATO DURO DIAS

Chefe de Gabinete do Reitor

JACIRA CRISTIANE PRADO DA SILVA

Pró-Reitor de Extensão e Cultura

DANIEL PORCIUNCULA PRADO

Pró-Reitor de Planejamento e Administração

DIEGO D'ÁVILA DA ROSA

Pró-Reitor de Infraestrutura

RAFAEL GONZALES ROCHA

Pró-Reitora de Graduação

SIBELE DA ROCHA MARTINS

Pró-Reitora de Assuntos Estudantis

DAIANE TEIXEIRA GAUTÉRIO

Pró-Reitora de Gestão e Desenvolvimento de Pessoas

CAMILA ESTIMA DE OLIVEIRA SOUTO

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

EDUARDO RESENDE SECCHI

Pró-Reitora de Inovação e Tecnologia da Informação

DANÚBIA BUENO ESPÍNDOLA

EDITORA DA FURG

Coordenadora

CLEUSA MARIA LUCAS DE OLIVEIRA

COMITÊ EDITORIAL

Presidente

DANIEL PORCIUNCULA PRADO

Titulares

ANDERSON ORESTES CAVALCANTE LOBATO

ANGELICA CONCEIÇÃO DIAS MIRANDA

CARLA AMORIM NEVES GONÇALVES

CLEUSA MARIA LUCAS DE OLIVEIRA

EDUARDO RESENDE SECCHI

ELIANA BADIALE FURLONG

LEANDRO BUGONI

LUIZ EDUARDO MAIA NERY

MARCIA CARVALHO RODRIGUES

Editora da FURG

Campus Carreiros

CEP 96203 900 – Rio Grande – RS – Brasil

editora@furg.br

Integrante do PIDL



Dra. Mariana Buranelo Egea

Dra. Sibebe Santos Fernandes

Organizadoras

**BARU (*Dipteryx alata*)
COMO FONTE DE NUTRIENTES
E MATÉRIA-PRIMA PARA A
INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**



Rio Grande

2024

2024

Capa: Idealizada pelas Organizadoras

Diagramação da capa: Murilo Borges

Formatação e diagramação: Gilmar Angelo Meggiato Torchelsen

Ficha catalográfica

E29 EGEA, Mariana Buranelo

Baru (*Dipteryx alata*) como fonte de nutrientes e matéria-prima para a indústria de alimentos/ Mariana Buranelo Egea, Sibeles Santos Fernandes (orgs.). Rio Grande, RS: Ed. da FURG, 2024.

88 p. : il. color.

ISBN: 978-65-5754-216-3.

Disponível em: <https://repositorio.furg.br/>

1. Divulgação. 2. Boletim informativo. I. Título. II. Sibeles Santos Fernandes.

CDD 575

CDU 631.5

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Amanda das Neves Pinto Silveira – CRB10RS – 2836/0

Os textos publicados neste E-book – no que se refere ao conteúdo, à correção ortográfica e linguística e ao estilo – são de inteira responsabilidade dos respectivos autores.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
CAPÍTULO 1: HISTÓRICO E PRODUÇÃO DE PRODUTOS DO BARUEIRO (Dipteryx alata)	11
Resumo	11
1.1. Introdução	11
1.2. Bioma Cerrado	14
1.3. Barueiro	16
1.3.1. Atividade extrativista do baru	18
1.3.2. Os produtos do barueiro	19
1.4. Considerações finais	23
Referências	23
CAPÍTULO 2: COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO BARU (Dipteryx alata Vog.) ...	28
Resumo	28
2.1. Introdução	28
2.2. Conteúdo protéico	31
2.3. Conteúdo lipídico	31
2.4. Minerais	32
2.5. Fatores antinutricionais	35
2.6. Considerações finais	35
Referências	36
CAPÍTULO 3: COMPOSTOS BIOATIVOS DO FRUTO DO BARU (Dipteryx alata Vog.)	39
Resumo	39
3.1. Introdução	39
3.2. Compostos fenólicos	40
3.3. Antioxidantes	43
3.4. Fibra alimentar	45
3.5. Ômega 3 e 6	47
3.6. Considerações finais	47
Referências	48
CAPÍTULO 4: EFEITOS BENÉFICOS À SAÚDE DA INGESTÃO BARU (Dipteryx alata Vog.)	53
Resumo	53
4.1. Introdução	53
4.2. Uso popular do baru	56
4.3. Uso de baru em condições ou doenças metabólicas	57
4.4. Uso de baru em infecções microbianas	59
4.5. Uso de baru em envenenamento por serpente	60

4.6. Uso de baru em doença renal crônica e saúde gastrointestinal	62
4.7. Uso de baru contra o estresse oxidativo	64
4.8. Considerações finais	65
Referências	65

**CAPÍTULO 5: DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS
UTILIZANDO AMÊNDOA E RESÍDUOS DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.)**

Resumo	71
5.1. Introdução	71
5.2. Aplicação e substituição do fruto de baru em produtos alimentícios	72
5.3. Baru como fonte alternativa de proteínas para alimentos do futuro	78
5.4 Considerações finais	81
Sobre o financiador	81
Referências	82
Sobre as editoras	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1. Composição nutricional do baru (<i>Dipteryx Alata Vogel</i>)	30
Tabela 2.2. Composição aproximada e minerais da castanha de baru	33
Tabela 2.3. Composição aproximada e minerais da casca e polpa de baru	34
Tabela 3.1. Teores médios de compostos fenólicos totais encontrados em diversas variações da amêndoa de baru (valores expressos em mg GAE/100 g)	41
Tabela 3.2. Teores individuais de compostos fenólicos presentes na amêndoa de baru (Valores expressos em mg GAE/100g)	43
Tabela 3.3. Valores da capacidade antioxidante presente na amêndoa de baru	44
Tabela 3.4. Teores de fibra dietética, fibra dietética insolúvel e fibra dietética insolúvel presentes na amêndoa de baru	46
Tabela 4.1. Efeitos do baru (<i>Dipteryx Alata Vogel</i>) na obesidade e dislipidemia encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura	58
Tabela 4.2. Efeitos do baru (<i>Dipteryx Alata Vogel</i>) em infecções microbianas encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura	59
Tabela 4.3. Efeitos do baru (<i>Dipteryx Alata Vogel</i>) no envenenamento por serpente encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura	62
Tabela 4.4. Efeitos do baru (<i>Dipteryx Alata Vogel</i>) em doença renal crônica e saúde gastrointestinal encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura	63
Tabela 5.1. Produtos formulados a partir do fruto de baru (mesocarpo, endocarpo, epicarpo e semente) e suas características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Fruto (A) e amêndoa (B) de baru (<i>Dipteryx alata</i>)	12
Figura 1.2. Estrutura do baru	13
Figura 1.3. Fluxograma de processamento integral do fruto do baru	20
Figura 3.1. Esquema de exemplo de processo de extração para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante, sendo (a) a matéria-prima, (b) o processo de homogeneização da amostra, (c) solubilização em solventes e por fim, (d) o extrato bruto	42
Figura 4.1. Potencial da planta do baru (<i>Dipteryx alata</i> Vogel) e os efeitos na saúde	56

INTRODUÇÃO GERAL

O barueiro (*Dipteryx alata*) é um fruto nativo do bioma Cerrado que tem demonstrado grande potencial nutricional. Seu fruto, o baru, é composto por epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa, sendo a amêndoa a parte mais apreciada para consumo humano até o momento. O grande destaque deve-se ao seu valor nutricional (cerca de 30% de proteínas e 40% de lipídios na amêndoa), o qual possui alto teor proteico; perfil lipídico adequado devido aos ácidos graxos monoinsaturados, principalmente pela presença de ácido oleico, o qual controla os níveis de triglicerídeos mais saudáveis, além de auxiliar na redução dos níveis de colesterol total sanguíneo; fibras dietéticas; e compostos fenólicos. Além disso, ainda há a presença de compostos bioativos, tais como compostos fenólicos e antioxidantes, o que acarreta propriedades funcionais, como atividade antioxidante.

A produção do baru (mais de 300 mil toneladas ao ano) está em exponencial crescimento devido às excelentes propriedades do fruto e de seus coprodutos, bem como por ser uma alternativa valiosa para integração lavoura, pecuária e floresta, auxiliando a variedade de culturas. A produção do baru no Cerrado preserva a cultura local e gera agricultura sustentável, favorecendo ainda mais o cultivo e o consumo deste produto.

A presente obra, “Baru (*Dipteryx alata*) como fonte de nutrientes e matéria-prima para a indústria de alimentos”, traz cinco capítulos de revisão bibliográfica que compreendem as áreas de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Nutrição e áreas afins.

O **primeiro capítulo** descreve o histórico do agroextrativismo dos frutos do baru, assim como dados de produção e comercialização.

O **segundo capítulo** apresenta a composição do baru, tais como: teor de proteínas, lipídios, minerais, bem como fatores antinutricionais presentes.

O **terceiro capítulo** descreve os compostos fenólicos, compostos com capacidade antioxidante, as fibras dietéticas e os ácidos graxos ômega 3 e 6 que são encontrados no fruto de baru e como estes compostos se comportam durante o processamento.

O **quarto capítulo** descreve, além dos usos populares do fruto do baru, os efeitos benéficos da ingestão deste fruto à saúde humana que já foram estudados pela literatura, a citar-se seu uso para prevenir doenças metabólicas, em infecções microbianas, na melhora dos

sintomas no envenenamento por serpentes, em doença renal crônica e na saúde gastrointestinal, e contra estresse oxidativo.

O **quinto capítulo** demonstra as diversas opções para a aplicação de amêndoa de baru e de seus coprodutos no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, destacando a influência desta matéria-prima nas características nutricionais, tecnológicas e sensoriais dos produtos desenvolvidos.

Todo esse conhecimento e experiência são demonstrados nos cinco capítulos dessa obra, a partir de revisão bibliográfica e discussões da expertise do grupo de pesquisadores que compõem a autoria dos capítulos e fazem parte da equipe de pesquisadores responsáveis pelo projeto intitulado “Aplicação do conceito de biorrefinaria na cadeia do processamento de baru (*Dipteryx alata* Vogel)” que está sendo desenvolvido no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e financiado pela The Good Food Institute (GFI – Brasil).

Neste sentido, esperamos que este *e-book* possa intensificar as pesquisas voltadas a essas temáticas, trazendo mais estudantes, pesquisadores e entusiastas, e que possa ser um estímulo para a busca de novas tecnologias para as áreas interdisciplinares assim como Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos, Nutrição e áreas afins.

Boa leitura!

Dra. Mariana Buranelo Egea

Dra. Sibeles Santos Fernandes

CAPÍTULO 1:

HISTÓRICO E PRODUÇÃO DE PRODUTOS DO BARUEIRO (*Dipteryx alata*)

Raquel Martins da Silva Fernandes de Oliveira¹

Sibele Santos Fernandes²

Mariana Buranelo Egea³

Resumo

Sendo considerado o segundo maior bioma presente no território brasileiro, o Cerrado apresenta grande heterogeneidade em sua fauna e flora, perdendo apenas para a Amazônia em termos de número de espécies e variedade. Entretanto, devido ao crescimento de atividades agropecuárias junto à preferência extrativista por espécies vegetativas, o Cerrado perde cada vez mais extensão territorial, e conseqüentemente, sua variedade de espécies. Dentre várias espécies pertencentes ao bioma, têm-se o barueiro, no qual se origina seu fruto, chamado de baru. O baru é uma espécie frutífera que se destaca entre a flora nativa do Cerrado brasileiro. O fruto é composto por: epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa. Alguns estudos apontam o uso do baru para fins medicinais, no combate de doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade e câncer. Entretanto, em sua grande maioria, ele é originado para fins alimentícios na forma *in natura* ou como ingrediente. Por sua composição nutricional rica em proteínas, lipídios e fibras, o fruto vem sendo cada vez mais estudado e incorporado à alimentação, em especial, a amêndoa e seu óleo, por apresentarem aspectos sensoriais agradáveis e serem bem apreciados pela população local. A cadeia de aproveitamento do fruto apresenta não somente a capacidade de absorver a amêndoa, como também de gerar coprodutos, como os resíduos sólidos e a torta parcialmente desengordurada, que manifestam um grande aporte nutricional em termos proteicos, e são potenciais produtos a serem incorporados em fontes alimentícias e outros. De modo geral, algumas informações sobre o fruto já foram descobertas, entretanto, devido a sua grande complexidade, é possível que ainda se tenha muito a estudar sobre o fruto.

Palavras-chave: Cerrado; História do Cerrado; Origem do Baru; Barueiro.

1.1 – Introdução

Reconhecido como uma savana, o Cerrado é um dos biomas mais ricos do Brasil, com grande diversidade em fauna e flora. Entretanto, infelizmente, tem sido alvo de grandes desmatamento nos últimos anos. Dentre as 10.000 espécies nativas de árvores catalogadas, tem-se o barueiro (*Dipteryx alata*) que se destaca devido seu potencial produtor. Dona de

¹Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, 74605-450 Goiânia, GO, Brasil. E-mail: raquelmartins68@gmail.com

²Universidade Federal de Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Av Itália km 8, Carreiros 96203-900, Rio Grande, Brasil. E-mail: sibelecti@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

diversos nomes populares, essa árvore frutífera de grande porte apresenta boa produção dos frutos (Figura 1.1A), que exibem uma única amêndoa em seu interior (Figura 1.1B) (SOUSA *et. al*, 2011).

Figura 1.1. Fruto (A) e amêndoa (B) de baru (*Dipteryx alata*)



A



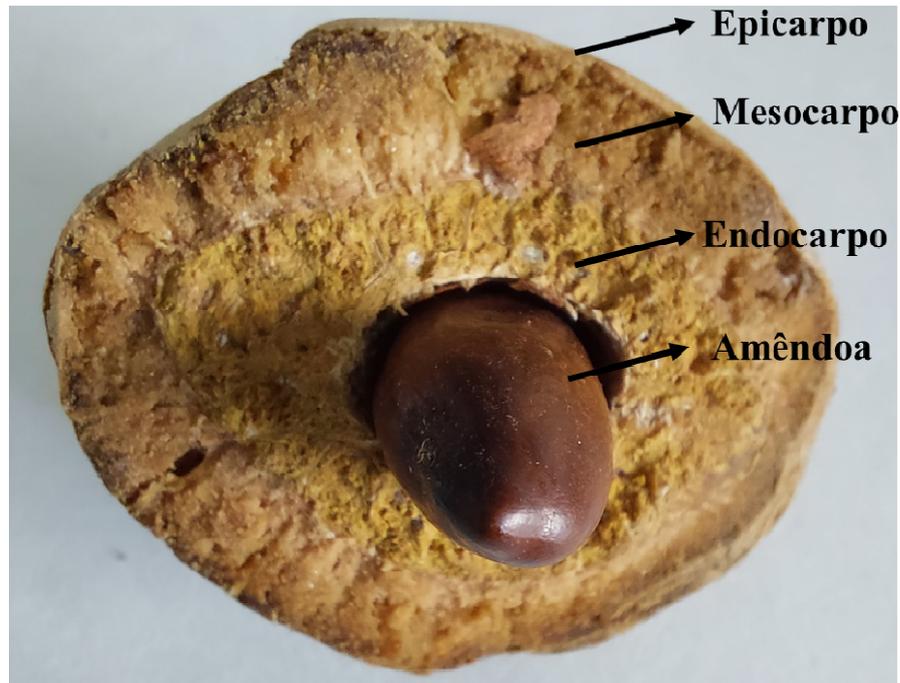
B

Fonte: Adoble Stock (2022)

O fruto do baru é composto por epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa (Figura 1.2). Rica principalmente em teores lipídicos e proteicos, a amêndoa é amplamente utilizada para fins alimentícios e, nos últimos 10 anos, seu potencial bioativo tem sido explorado para o desenvolvimento e enriquecimento de novos produtos. Entretanto, o interesse tecnológico não

se restringe apenas à amêndoa. A polpa do fruto (o mesocarpo) é composta principalmente por frações fibrosas, de amido, e por vitaminas, além de micronutrientes como ferro, potássio, cobre, entre outros (CAETANO *et al.*, 2016).

Figura 1.2. Estrutura do baru



Fonte: O autor

Enquanto a amêndoa tem um fim alimentício, a polpa tem sido aplicada na alimentação de animais ruminantes, na fertilização natural e até mesmo na produção de carvão vegetal. Mesmo apresentando fins distintos, é fato que um grande aporte nutracêutico está sendo perdido. O que antes era chamado de resíduo agroindustrial, agora é bem-visto como um coproduto para o incremento e enriquecimento nutricional de baixo custo. Além disso, este coproduto também pode apresentar grande valor de mercado, principalmente devido à sazonalidade do fruto, o que acaba sendo um grave problema para o seu consumo em terras nacionais e internacionais (SOQUETTA *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2022).

De fato, o fruto de baru sendo utilizado no desenvolvimento de inúmeras pesquisas influencia cada vez mais a sua utilização pela população como fonte nutricional, além de promover sua valorização por si só e melhorar a possibilidade de conscientização e conservação dos recursos naturais brasileiros. Assim, o objetivo deste capítulo foi revisar a origem, a história e a produção dos frutos de baru e de seus coprodutos.

1.2 – Bioma Cerrado

O termo Cerrado é utilizado para se referir a um conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) predominantes no chamado “Brasil central” (RIBEIRO *et al.*, 1981), possuinte de uma das principais bacias hidrográficas brasileiras. O bioma compreende os Estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Paraná, São Paulo e Distrito Federal, além de partes do Amapá, Roraima e Amazonas, tendo o estado de Goiás como área nuclear. Originado do termo espanhol “Cerrado”, que se referia a uma formação vegetal de difícil travessia, o bioma é constituinte da segunda maior formação de vegetação brasileira em extensão territorial (RIBEIRO; WALTER, 1998; MEIRA-NETO *et al.*, 2002), abrigando fauna e flora bem características, e predominantemente voltadas às condições climáticas, por 2 milhões de quilômetros de extensão.

Somente atrás da Mata Atlântica, o bioma Cerrado brasileiro contempla pouco mais de 1.984.502,21 km², diferente do balanço anterior, apontado há 10 anos, onde apresentava aproximadamente 2.045.440 km² (INPE, 2020). O Cerrado, por ser portador de uma vegetação de estrato graminoso contínuo, em planícies com ou sem árvores de arbustos esparsos em regiões quentes, com estação seca mais ou menos longa, pode-se assim assemelhar à savana africana (MARCHIORI, 2004; MOREIRA, 2000), podendo também ser chamado de um “hotspot” de biodiversidade global (HOFFMAN *et al.*, 2021), apesar de possuir uma das menores porcentagens de proteção integral.

Com um critério geral, o bioma limita-se na porção norte junto aos domínios da Amazônia; a leste e a nordeste, com o domínio da Caatinga; e de leste a sudeste com o domínio da Floresta Atlântica. Referente à sua conformação geral, não somente o solo, mas também a própria posição no continente Sul-americano e sua extensão afetam toda uma dinâmica presente no continente, principalmente atrelada aos centros de ação inter e extratropicais —os chamados centros de alta pressão subtropicais—, tendo uma ação conjunta responsável por características climáticas peculiares. De uma forma geral, o Cerrado apresenta uma estação chuvosa, iniciando entre os meses de setembro e outubro, com destaque aos meses de novembro, dezembro e janeiro; e a outra estação seca, denotada por grande deficiência hídrica com destaque aos meses de abril a agosto (ASSAD *et al.*, 2001; SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008), resultando em invernos secos e verões chuvosos.

O ciclo vegetativo de grande parte das espécies do Cerrado dá-se durante o outono/inverno, estes com registros de menores taxas de umidade relativa do ar e maiores

intensidades de ventos. Durante tal época, as espécies possuintes de sementes aladas abrem seus frutos, tendo o vento como agente dispersor das mesmas. Concomitantemente, ao consumirem os frutos, os animais, por meio de suas fezes, tornam-se outros agentes de dispersão, participando ativamente de um ciclo reprodutivo (BASTOS; FERREIRA, 2010). FELFI e FELFI (2001) estimaram a existência de 450 espécies vegetais distintas em um mesmo hectare, tendo 11.049 espécies fanerógamas registradas (WALTER, 2006), elevando ainda mais a importância desse bioma frente a outras vegetações mundiais.

Em outras palavras, a dinâmica ecológica apresentada pelo Cerrado como um todo acaba estabelecendo um caráter de ligação com os demais domínios de fauna e flora presentes no próprio bioma. Devido a diferentes espécies, é possível encontrar fusões vegetais em determinadas áreas conforme a sua maior predominância, além de grande parte do bioma apresentar latossolos e um número significativo de outros tipos de solo que, juntos, favorecem o estabelecimento de uma grande diversidade de espécies vegetais (BASTOS; FERREIRA, 2010; SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008).

Historicamente, até meados da década de 60 o Cerrado permaneceu inalterado. Uma das primeiras leis ambientais de grande influência foi instaurada na mesma época (a lei nº 4.771-65), visando principalmente a proteção das vegetações nativas do Brasil; dentre elas, o Cerrado. Entretanto, por meio de um relaxamento do próprio código florestal brasileiro quanto à proteção da vegetação nativa, fissuras acarretaram em maior facilidade de degradação e redução de áreas de preservação. Junta-se a isso a migração populacional, a interiorização de capitais e aberturas de redes para fluxos de transporte. Com a expansão agrícola, grandes biomas deram lugar a plantações de culturas como arroz, soja e milho (ARAKAKI *et al.*, 2009).

Mesmo sendo considerada a última fronteira agrícola do planeta, o Cerrado é um dos únicos ecossistemas brasileiros que não são considerados Patrimônios Naturais. Principalmente após a década de 70, houve um crescimento avassalador da pecuária e agricultura extensiva, onde pequenas e grandes culturas como soja, feijão e milho tomaram conta dos solos regionais, principalmente pela potencialidade do solo, até então intocado, ao crescimento e, conseqüente, desenvolvimento de tais monoculturas (BORLAUG, 2002; CONSTITUIÇÃO, 1988; OLIVEIRA, 2002).

A preferência por espécies vegetativas específicas promoveu a atividade extrativista de um modo desenfreado. No passado, já se apresentavam tais tipos de práticas, mas seu potencial não era estrondoso, sendo possível um maior controle. FIGUEIREDO e PONTE (2017) relatam que nos últimos anos o Cerrado apresentou desmatamento a uma velocidade

cinco vezes maior à registrada na Amazônia, onde diversos subsistemas do bioma, degradados, já não se recuperam mais. No entanto, muitas ações têm incentivado o extrativismo de forma controlada e/ou de forma que traga benefícios ao próprio bioma. A própria caracterização química do valor nutricional dos recursos naturais do Cerrado tem sido cada vez mais visada, principalmente por pouquíssimas espécies estarem disponíveis ao alcance direto do consumidor.

Dentre várias espécies vegetais susceptíveis à extinção, têm-se o barueiro. Por apresentar uma estrutura lenhosa de alta densidade, elevada resistência ao apodrecimento, portadora de ótimo potencial energético para o uso em siderúrgicas e carvoarias, era indicada para diversas aplicabilidades. Entretanto seu próprio potencial chamou atenção, acarretando as atividades extrativistas em alta escala, acentuando assim a potencialidade de extinção da espécie, além de desencadear a probabilidade em outras espécies arbóreas e arbustivas (LORENZI, 1992; ARAKAKI *et al.*, 2009). É fato que a expansão da agricultura atrelada ao uso de tecnologias modernas gera benefícios socioeconômicos, entretanto não se pode excluir a necessidade de instar políticas públicas que prevejam a conservação do bioma (KLINK; MACHADO, 2005).

1.3 – Barueiro

Pertencente à família Fabaceae, o gênero *Dipteryx* apresenta a junção dos gêneros *Taralea* e *Coumaroum*, conforme a semelhança apresentada pela biologia floral (BASSINI, 2008). Também compostos por 15 espécies que são encontradas desde a região da Amazônia até o nordeste, Brasil central, Venezuela, Costa Rica e Panamá, as espécies do gênero *Dipteryx* podem ser utilizadas para fins medicinais para a prevenção de doenças crônicas e cardiovasculares. Produtora de um fruto característico, a espécie ocorre geralmente de forma agregada a outras zonas de transição, podendo também ser localizada em estados do norte e do nordeste, como no Pará, Rondônia, Bahia, Piauí e em algumas áreas do sudeste, como em São Paulo (CAVALCANTI *et al.*, 2012) e em áreas de transição entre o Cerrado e a mata estacional, ou mata de galeria (FELFILI *et al.*, 2002).

Como dados mais recentes, o levantamento feito pelo IBGE (2020) demonstrou uma produção nacional de 117 toneladas da amêndoa do barueiro, alcançando R\$2.625.000,00 de lucro nas produções, tendo como os maiores estados produtores Goiás e Mato Grosso do Sul. Comparado a 2018, houve uma queda na produção e com relação a 2019 houve uma estabilização, o que pode indicar uma tendência de melhora da produção.

Nos primeiros 45 dias, as mudas do barueiro chegam a alcançar 45 cm (SANO, 2001). Leguminosa e lenhosa, como aspecto geral a árvore apresenta altura média de 15m, podendo até mesmo alcançar 25 m. Portador de tronco claro e suave, pode possuir placas irregulares e descamantes ou lisas. Composta por folhas alternadas, pinadas, imparipinadas, pecioladas em até 2 mm de comprimento, apresenta o limbo oblongo ou quase esférico, cartáceo, de 4 a 13 cm de comprimento e diminutas pontuações; de ápice obtuso, base desigual arredondada, truncada e subcordada; na fase ventral, apresenta nervura mediana e nervuras secundárias numerosas, igualmente salientes nas duas faces. Sua inflorescência é do tipo panícula, tendo formação na área terminal dos ramos e axilas das folhas superiores, com aproximadamente 200 a 1.000 flores, estas hermafroditas, apresentando em média 8mm de comprimento; estrutura curto-pediceladas e cálice petalóide, alvo, com três dentes diminutos e dois maiores, simulando um vexilo com manchas carmim. Apresenta ovário súpero, unilocular e possuinte de um só óvulo parietal (MELHEM, 1974; EMBRAPA, 2004).

Encontrado em terras férteis, com frutos do tipo drupa, ovoides, levemente achatados e de coloração marrom com uma única semente comestível, o barueiro manifesta intensa frutificação, tendo por média 2.000 a 6.000 frutos por árvore aos quais são possuintes de epicarpo fino, de aspecto macio e quebradiço, com mesocarpo espesso, farináceo e consistência macia (ALMEIDA *et al.*, 1998).

Grande parte das árvores portadoras de maior produtividade se encontram nas pastagens, tendo seus frutos e conseqüente resíduos naturais dispostos como alimento ao gado, são fornecedoras de sombras e até mesmo fertilizadoras naturais (BASSINI, 2008; SANO; BRITO; RIBEIRO, 2014). A dispersão dos frutos dá-se tanto por processos barróicos (gravitacionais) quanto por processos zoocóricos (terrestres). Seus agentes dispersores podem ser desde aves e animais terrestres, que carregam os frutos para o próprio alimento, até formigas, cupins e pequenos besouros que, ao retirar a polpa, deixam para trás os caroços que tendem a germinar melhor que os próprios frutos inteiros, favorecendo assim o estabelecimento das plântulas (SOARES, 2006).

Quando não plantadas por ação humana, o barueiro apresenta ocorrência natural em áreas com solos bem drenados, e de fertilidade média, sendo mais abundante no chamado “cerradão” e/ou mata semidecídua. Um dos principais desafios para a chamada “domesticação” do barueiro, é a elaboração de mudas, visto que não há metodologia desenvolvida para a sua reprodução assexuada que garanta que as novas plantas apresentem as mesmas características da planta mãe (MIURA *et al.*, 2021), o que se mantém como uma necessidade principalmente por conta das tentativas de preservação e aumento dos barueiros pelo Cerrado.

Mediante a portaria nº 18/2002, a espécie é protegida do corte pela Agência Goiana do Meio Ambiente, tendo apenas a atividade extrativista dos frutos liberada, esta considerada como atividade de baixo impacto ambiental, principalmente em cooperativas agroindustriais familiares. Segundo dados do IBGE (2019), o estado do Mato Grosso do Sul porta a grande maioria de cooperativas de agricultura, extrativismo e pecuária familiar que visam o aproveitamento e beneficiamento do baru, tendo, em seguida, os estados de Goiás e Mato Grosso sendo responsáveis pelo emprego de inúmeras famílias agroextrativistas. O baru também começou a ganhar mais espaço em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistemas estes onde lavouras de grãos, árvores e rebanhos são produzidos ao mesmo tempo e em um mesmo espaço. Antes, o eucalipto era preponderante nestes sistemas, entretanto o cultivo do baru passou a tomar força nos últimos anos, tanto no Brasil quanto no exterior (MIURA *et al.*, 2021).

1.3.1 – Atividade extrativista do baru

Estima-se que as primeiras atividades extrativistas em solo brasileiro se deram no período da colonização portuguesa. Os povos indígenas realizavam tais atividades, porém o intuito de fins lucrativos deu-se somente após a chegada dos colonizadores. Conseqüentemente, com o passar do tempo, tais atividades se expandiram, chegando ao que conhecemos hoje como cooperativas agroindustriais familiares voltados ao extrativismo. A CONAB (2021) apresenta 1.173 cooperativas registradas distribuídas pelo país, gerando um total de 223 mil empregos diretos. Em sua pesquisa de campo, amendoasCUNHA (2019) demonstrou que algumas partes de cooperativas extrativistas ainda fazem a retirada das amêndoas de modo manual, não tendo o controle e quantificação de possíveis perdas, apesar de relatarem serem poucas.

Entretanto, já existem relatos de várias cooperativas as quais fazem o uso de equipamentos com tecnologia mecanizada, para a extração das amêndoas, minimizando mais ainda a perda. Bassini (2008) apontou que a maior parte dos baruzeiros extrativistas e beneficiadores presentes nos arredores de Pirenópolis e Caldazinha vendem cerca de 58,8% da sua coleta, enquanto os demais extratores realizam suas vendas após a retirada da amêndoa do endocarpo. Além disso, a maior parte dos extratores tendem a armazenar a produção em suas casas ou na casa de terceiros, o que, conforme o tipo de armazenamento inadequado, indiretamente acarretará perdas produtivas em pequena, média ou grande escala, tais como deterioração das amêndoas e rancificação do óleo.

Como um fruto proveniente de atividades extrativistas, a amêndoa de baru é bastante apreciada pela população do centro-oeste brasileiro onde, para LIMA (2012), quando não destinada a obtenção de óleo, torna-se uma boa alternativa para a substituição do próprio amendoim em certos processos, justamente por apresentar composição semelhante ao mesmo. Sendo uma das poucas espécies que apresentam frutos com polpa carnosa durante a seca, o baru é extremamente importante no ciclo alimentar da fauna nessa época (TAKEMOTO *et al.*, 2001; SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

1.3.2 – Os produtos do barueiro

Sinonímia de cambaru ou cumaru, o baru é um recurso natural nativo do Cerrado (VERA *et al.*, 2009). Fruto do barueiro (Figura 1.1A), apresenta a estrutura formada por frações de epicarpo coriáceo, mesocarpo de polpa escura e endocarpo lenhoso, e frutifica na época da seca, produzindo frutos com polpa carnosa, característica esta que denota sua importância para a alimentação da fauna nesta época. Possui entre 4-5cm de comprimento no total, com apenas uma semente possui entre 2-2,5cm de comprimento; elipsoide, de coloração marrom-clara e aspecto brilhante; com termos de rendimento em composição de 30% polpa, 5% amêndoa e 65% de endocarpo (SOARES JÚNIOR *et al.*, 2007; ALVES *et al.*, 2010; CARRAZA & ÁVILA, 2010).

A colheita dos frutos geralmente é dada entre os meses de julho e setembro. Para a identificação de boa maturação do fruto, basta “sacudi-lo”. Como a amêndoa se encontra solta, atingido o estágio de maturação correto, é possível detectar o barulho típico. Para a coleta dos frutos, têm-se a preferência por frutos maduros que já estão ao chão ou os chamados “de vez”, utilizando o auxílio de algum tipo de lona para agrupá-los melhor (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

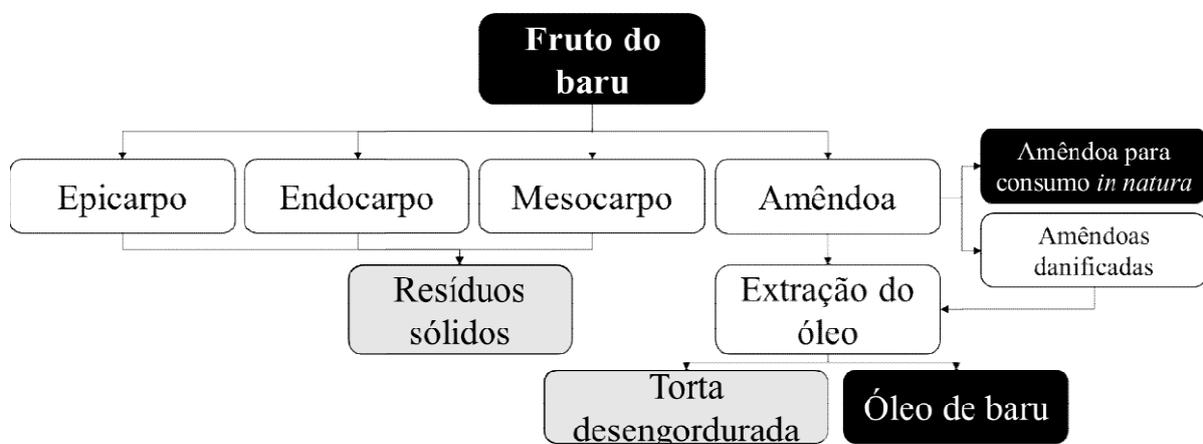
Sabe-se que o baru por si só é um fruto sazonal, conseqüentemente, conforme a época de procura é perceptível uma variação de preço da amêndoa entre R\$20,00/kg a R\$140,00/kg (SOUSA; TURINI; FREDO, 2019), podendo haver maiores alterações de preço conforme a região a qual se busca e oferta o produto. Segundo o IBGE (2015), a produção anual de amêndoa de baru ultrapassou as 326 toneladas, provenientes do estado de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, superando os 2 anos anteriores, registrando 69 e 51 toneladas, respectivamente.

A Figura 1.3 demonstra o fluxograma que poderia ser realizado para o aproveitamento integral do fruto do baru. O fruto é dividido em epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa (Figura 1.2). O epicarpo, mesocarpo e endocarpo são normalmente desprezados ou utilizados

na alimentação animal. No entanto, o mesocarpo, que também é chamado de polpa, apresenta riqueza em fibras insolúveis e açúcares (SANO *et al.*, 2004), o que aponta uma possibilidade na aplicação alimentícia.

A amêndoa pode ser beneficiada e comercializada *in natura*, torrada ou em forma de farinha, possibilitando a renda de comunidades regionais residentes dos arredores do Cerrado (SILVA; EGITO, 2005). O óleo oriundo da semente do baru apresenta teores de α -tocoferol e γ -tocoferol (5% e 4,3% respectivamente) que apresentam vasta ação antioxidante, além de outras propriedades medicinais (JUNIOR, 2010).

Figura 1.3. Fluxograma de processamento integral do fruto do baru



Fonte: O autor

As amêndoas de baru têm o sabor similar ao do amendoim, sendo cada vez mais conhecidas (BORGES, 2013), tendo vários estudos referentes a sua caracterização físico-química e composição centesimal. Fazendo um estudo mais aprofundado sobre o baru, Guimarães *et al.* (2012) apontaram a amêndoa com um ótimo potencial proteico e lipídico (cerca de 40% e 30% respectivamente). A amêndoa vem sendo incorporada em inovações gastronômicas e desenvolvimento de produtos alimentícios e farmacêuticos. Para uso alimentício, a semente deve passar por uma etapa prévia de torrefação antes do consumo, visto que ela apresenta substâncias antinutricionais (taninos, ácido fítico e inibidor de tripsina) em sua forma *in natura*, e quando torrada, são inativadas devido ao aumento de temperatura (SANO *et al.*, 2004).

O óleo bruto de baru já é comercializado nos grandes centros, sendo encontradas desde as embalagens mais simples até fórmulas encapsuladas. Geralmente obtido pelo método de extração à frio (para que as características nutricionais e funcionais sejam preservadas), o óleo

extraído da amêndoa do baru apresenta grande potencial para fins alimentícios e farmacêuticos, como antipirético, antirreumático e regulador menstrual, bem como uso aromático (SIQUEIRA *et al.*, 2012). Comparável ao óleo de amendoim, apresenta baixa acidez e riqueza em compostos bioativos, tais como vitamina E, ômega-6 e ômega-9, além de antioxidantes. Diversos estudos já apresentam o perfil lipídico das amêndoas, incluindo ácidos graxos monoinsaturados, com altos teores de ácidos oleicos (aproximadamente 51%), ácidos graxos linolêicos (28% respectivamente) e ácidos poli-insaturados (aproximadamente 30%) (GARCIA *et al.*, 2007; TAKEMOTO *et al.*, 2001). A incorporação do óleo em produtos alimentícios, além de contribuir com um apelo nutricional, promove a diversificação dos produtos devido a conferência de aspectos sensoriais característicos.

A extração da amêndoa requer um cuidado especial, pois quando extraídas manualmente, ou pelo uso de guilhotina, podem ser quebradas e/ou danificadas, gerando coprodutos, consequentemente ocasionando problemas de armazenamento. As sementes quebradas e/ou danificadas não podem ser comercializadas inteiras, sendo destinadas para produção de farinha ou extração de óleo. Oliveira (2011) discorre sobre a importância do correto armazenamento de oleaginosos em geral, principalmente sob temperaturas que aumentem sua conservação, de modo a evitar processos como a rancificação. A amêndoa de baru se destaca pelo teor lipídico, e uma vez que há o aumento da superfície de contato ocasionado pela quebra da amêndoa, a deterioração oxidativa tende a acontecer com maior rapidez (MANTILLA *et al.*, 2010), além de alterações sensoriais e perda do valor nutricional.

Semelhante a outros oleaginosos, a extração do óleo da amêndoa do baru é responsável pela geração de um coproduto ou resíduo sólido, também chamado de torta (Figura 3). Este coproduto gerado geralmente é vendido nos comércios locais como farinha ou utilizado na alimentação animal, possuindo e contém grande parte de ácidos graxos insaturados, fibras alimentares, proteínas e minerais (CAETANO *et al.*, 2017; NUNES *et al.*, 2017; PINELI *et al.*, 2015), sendo assim considerada importante fonte nutricional as quais podem ser aproveitadas. O uso dos coprodutos agroindustriais para o incremento de produtos alimentícios garante o enriquecimento nutricional de baixo custo (CARVALHO; BARBOSA; SIQUEIRA, 2016).

Devido às quebras e aos danos, os coprodutos acabam não sendo bem aceitos e aproveitados. Conforme Egea, Lima, Lodete & Takeuchi (2017), esses coprodutos possuem uma vida útil menor devido à sua qualidade microbiológica e nutricional, sucedendo em um baixo valor comercial. Entretanto, podem ser utilizadas no desenvolvimento, conforme feito por Lima *et al.* (2021), ao se desenvolver barras nutritivas com coprodutos de castanha do

brasil e amêndoa de baru que mantiveram as características nutricionais e compostos bioativos.

Nos últimos anos, por intermédio de pesquisas comumente desenvolvidas, a ideia para a aplicabilidade das chamadas “frações residuais” ou polpa (epicarpo, endocarpo e mesocarpo) no enriquecimento de alimentos continua a ser amadurecida. De modo geral, o uso de grande parte da matriz vegetal do baru (principalmente seu resíduo) acaba contribuindo para a própria preservação da espécie (EMBRAPA, 2004). Antunes *et al.* (2021) desenvolveram uma farinha com a polpa do baru, aplicando a mesma em formulações de macarrão, com o intuito de disponibilizá-la a públicos possuintes de restrições ao glúten. Através de satisfatórias aplicações sensoriais do produto final rico em fibras, denotou-se a ampliação da aplicação da polpa na indústria alimentícia. Carvalho, Barbosa e Siqueira (2016) propuseram o desenvolvimento de um gelato oriundo do coproduto da polpa do fruto. De alto valor agregado, o produto desenvolvido foi bem aceito de maneira geral, apenas visando futuras modificações na formulação para uma total aceitação sensorial.

Apregoando um bom beneficiamento, a geração de resíduos originados do fruto tende a ser mínima (o fruto como um todo pode ser aproveitado), levando em consideração isso ser apenas uma idealização e não uma atividade em pleno exercício. Do endocarpo e mesocarpo, pode-se fazer desde carvão até fertilizantes naturais e/ou suplementação animal. Em estudos desenvolvidos, a revista Fact MR (2022) apresentou uma previsão de crescimento de até 25% no mercado da amêndoa de baru entre 2019 e 2029, juntamente com o aumento das exportações de baru para países do Continente Europeu e Estados Unidos.

Segundo Fernandes *et al.* (2010) não se tem ao certo um quantitativo disponível pelo IBGE e/ou IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas, estabelecido quando à geração dos coprodutos provenientes do baru. Entretanto, têm-se uma riqueza literária desde a produção, preocupação ambiental e aplicações industriais. Não podendo excluir a grande influência de pesquisas para o aproveitamento integral dos coprodutos. Guimarães (2012) cita sobre o coproduto gerado em cooperativas familiares sendo utilizados para adubação, produção de carvão ou venda à compradores interessados.

É fato que cada vez mais pesquisas vêm sendo desenvolvidas de modo a buscar melhores alternativas para o aproveitamento daquilo que antes seria descartado, considerando seu grande aporte nutricional.

1.4 – Considerações finais

O Cerrado é um bioma de rica variedade, tanto em fauna quanto flora. Como outros biomas, infelizmente sofre com o extenso desmatamento, tendo perdido grande parte de sua extensão territorial original. Ainda assim, as espécies sobreviventes ainda se destacam, como o Baru, ao qual apresenta extremo potencial tecnológico como um todo em sua cadeia de aproveitamento (Amêndoa, óleo, polpa).

O estudo e as pesquisas sobre as espécies nativas acabam influenciando indiretamente na preservação da flora, uma vez que se faz necessário o cultivo das mesmas para o delineamento experimental e a obtenção de resultados. Apesar de muito já ter sido descoberto e estudado sobre o fruto e sua espécie, devido à complexidade apresentada em um fruto tão pequeno, é ainda possível que muita informação ainda seja aprofundada, ainda mais com o constante desenvolvimento nas tecnologias alimentícias e aplicações.

Referências

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. Cerrado: Espécies vegetais úteis. *In: SIMPÓSIO EMBRAPA CERRADOS*, Planaltina, 1998. 464 p. Disponível em: <http://simposio.cpac.embrapa.br/simposio/projeto/palestras/capitulo_11.pdf>
- ALVES, A. M; MENDONÇA, A. L. de; CALIARI, M; CARDOSO SANTIAGO, R. de. A. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) Para estudo da vida de prateleira. *In: Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 40, n. 3, p. 266-273, 2010.
- ANTUNES, G. G. B., PEREIRA, T. N. A., SANTOS, J. R. C., VARGAS, M. dos R. Desenvolvimento e caracterização físico-química de macarrão com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de polpa de baru. *In: Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, [S. l.], v. 10, n. 13, pág. e393101321349, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i13.21349. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21349>
- ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. **Veranicos na Região do Cerrado brasileiro: frequência e probabilidade de ocorrência.** *In: ASSAD, E. D.* (Coord.). *Chuva no Cerrado: análise e espacialização*. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. 1 CD-ROM
- ARAKAKI, A. A., S, G. N., PORTELLA, A. C., ARRUDA, E. J., COSTA, R. B. The Baru (*Dipteryx Alata* Vog.) as alternative for sustentability in the área of Cerrado forest fragmente in the Mato Grosso South. *In: Rev. Interações*, Campo Grande, v. 10, n. 1 p. 31-39, jan./jun. 2009.
- BASSINI, F. **Caracterização de populações de barueiros (*Dipteryx Alata* Vog. – Fabaceae) em ambientes naturais e explorados.** 2008, pp. 149. UFG – Universidade Federal de Goiás, Tese (Doutorado). Goiânia (2008).
- BASTOS, L. A., FERREIRA, I. M. Composições Fitossômicas do bioma Cerrado: Estudo sobre o subsistema de Vereda. *In: Espaço em Revista* (2010), vol. 12, nº 2, pág. 97-108.
- BORGES, H. B. N., SHEPHERD, G. J. Flora e Estrutura do Estrato Lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. *In: Revista Brasileira de Botânica*, v. 28, p. 61-74, 2005.
- BORGES, T. H. **Estudo da Caracterização e Propriedades das Amêndoas de Baru e óleo de Baru**

- bruto submetido ao aquecimento.** 2013, pp. 88. UFG – Universidade Federal de Goiás, Dissertação (Mestrado). Goiânia (2013).
- BORLAUG, N.E. 2002. **Feeding a world of 10 billion people: the miracle ahead.** In: R. Bailey (ed.). *Global warming and other eco-myths.* pp. 29-60. Competitive Enterprise Institute, Roseville, EUA
- CAETANO, K. A., CEOTTO, J. M., RIBEIRO, A. P. B., MORAIS, F. P. B., FERRARI, R. A., PACHECO, M. T. B., CAPITANI, C. D. Effect of Baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies. In: **Food Science and Technology**, Campinas, 37(2): 239-245, Apr.-June, 2017.
- CAVALCANTI, R. B., CARDINOT, G., GEOTTO, P., PINHEIRO, R. S. Cerrado. In Scarano, F. R., SANTOS, I., MARTINS, A. C. I., SILVA, J. M. C., GUIMARÃES, A., MITTERMEIER, R. A. *Biomass Brasileiros: Retratos de um país rural.* In: **Conservação Internacional**, p 304, 2012.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim da Sociobiodiversidade, Brasília, DF, v.5, nº02, Maio de 2021. Disponível em: <file:///D:/Downloads/Boletim-da-Sociobiodiversidade-Maio-2021%20(1).pdf>
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988
- CUNHA, P. D. **Viabilidade socioeconômica de atividades agroextrativistas: Estudo de caso com Baru e Pequi em dois assentamentos de Formosa-GO.** 2019. 157f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2019.
- ESTADOS UNIDOS. Food & Beverage Market Reports. Baru Nuts Market: Forecast, Trend Analysis & Competition Tracking – Global Marketing Insights 2019 to 2029. In: **Fact.MR**, Feb 2022, 170pp.
- EGEA, M. B., LIMA, D. S., LODETE, D. S., TAKEUCHI, K. P. Nutrition and bioactive compounds in nuts and edible Seeds: Focusing on Brazil nuts food Science and baru almond of the Amazon and Cerrado Brazilian biomes. (2017), In: **SM Nutrition and Food Science**, 1(1), p. 1002
- FELFILI, M. Cristina; FELFILI, J. Maria. Diversidade alfa e beta no Cerrado sensu stricto da Chapada Pratinha, Brasil. In: **Acta Botânica Brasileira**. Brasília, v.15, n. 2, p.243-254. 2001.
- FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.E.; SILVA-JUNIOR, M.C. Composição florística e fitossociologia do Cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. In: **Acta Botanica Brasileira**. Brasília, 16(1), 103-112, 2002.
- FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. In: **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1650–1655, 2010.
- FERNANDES, D.C. *et al.* Effects of baru almond and Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress in vivo. In: **Journal of Food Research**, v.4, p. 38-46, 2015. DOI: 10.5539/jfr.v4n4p38.
- FIGUEIREDO, I., PONTE, E. We need to talk about the Cerrado: A popular review. In: **Rev. Brasil de Fato**, (Artigo), Recife (2017). pp 12-18.
- GOIÁS. AGÊNCIA GOIANA DE MEIO AMBIENTE. Portaria nº 18 de 7 de novembro de 2002: proíbe o corte da *Dipteryx alata*, 2002. Disponível em: <file:///D:/Downloads/CERRADO-Desafios-opportunidades.pdf>
- GUIMARÃES, R. C. A.; FAVARO S. P.; VIANA, A. C. A.; BRAGA NETO, J. A.; NEVES, V. A.; HONER M. R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog). In: **Ciência & Tecnologia de Alimentos**. vol. 32, n.3, p. 464- 70, 2012
- HOFMANN, G. S., CARDOSO, M. F., ALVES, R. J. V., WEBER, E. J., BARBOSA, A. A., de TOLEDO, P. M., PONTUAL, F. B., SALLES, L. D. O., HASENACK, H., CORDEIRO, J. L. P., AQUINO, F. E., & de Oliveira, L. F. B. O Cerrado brasileiro está ficando mais quente e seco. In: **Global Change Biology** (2021), 27, 4060 – 4073. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.15712>
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DA GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário

Familiar. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. v.40, 62p. Disponível em: <<https://censoagro2017.ibge.gov.br/>>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DA GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Extração Vegetal e Silvicultura. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. v. 30, 48 p. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DA GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Extração Vegetal e Silvicultura. Rio de Janeiro: IBGE, 2020, v. 41, 80p. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705>

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PRODES – Projeto Monitoramento do Cerrado. Disponível em: <<http://Cerrado.obt.inpe.br/downloads/>>. Acesso em: 29 jul. 2022.

KLINK, C. A., MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *In: Megadiversidade*, Embrapa (2005), vol. 1, nº 1. pp 147-155.

LIMA, J. C. **Efeitos dos parâmetros da extração e avaliação da qualidade física e química dos óleos de Baru e amendoim**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

LIMA, D. S., EGEEA, M. B., CABASSA, I. C. C., de ALMEIDA, A. B., de SOUSA, T. L., de LIMA, T. M., LOSS, R. A., VOLP, A. C. P., de VASCONCELOS, L. G., DALL’OGLIO, E. L., HERNANDES, T., TAKEUCHI, K. P. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. *In: LWT - Food Science and Technology*, Volume 137, 2021, 110467, ISSN 0023-6438. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643820314559>

LORENZI, H. Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. *In: Plantarum*. Nova Odessa, 1992. 352p.

JÚNIOR, S. M. **Caracterização físico-química, qualidade e estabilidade oxidativa do óleo de *Dipteryx alata* Vog.** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (2010).

MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H. de C. & FRANCO, R.M. (2010) – Modified atmosphere in food preservation. *In: Ciências Agrárias e Ambientais*, vol. 8, n. 4, p. 437-448. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.7213/cienciaa-nimal.v8i4.11000>>.

MARCHIORI, J. N. C. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos. Porto Alegre: **Editora da UFRGS**, 2004. 110 p. il.

MARTINS, B.D.E. A. **Desenvolvimento tecnológico para o aprimoramento do processamento de polpa e amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2010, 89 pp. Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

MELHEM, T. S. A entrada de água na semente de *Dipteryx alata* Vog. *In: Hoehnea*, São Paulo, v. 4, p. 33-48, 1974.

MEIRA-NETO, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F.; PAULA, A. Estrutura de uma floresta estacional semidecidual submontana em área diretamente afetada pela usina hidrelétrica de Pilar, Ponte Nova, zona da mata de Minas Gerais. *In: Revista Árvore*, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 337-344, 2002.

MIURA, J. MELO, C. REYNOL, F. ROSSIGNOLI, V. Produção Vegetal: Árvore do baru é excelente alternativa para cultivo em ILPF. *In: Embrapa Cerrados*, 6p., 2021.

MOREIRA, A. G. Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. *In: Journal of Biogeography*, London, v. 27, p. 1021-1029, 2000.

OLIVEIRA, Aparecida A. Análise dos impactos das políticas de desenvolvimento regional na Bacia do Alto Paraguai. *In: Ensaios e Ciências*, vol.6, n.3, Campo Grande, MS, p 13-37,2002.

OLIVEIRA, M. **Efeitos da umidade, do tempo e de sistemas de armazenamento sobre parâmetros de qualidade e propriedades tecnológicas dos grãos e do óleo de soja**. 2011. 131f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos

Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

PINELI, L. L. O., CARVALHO, M. V., AGUIAR, L. A., OLVEIRA, G. T., CELESTINO, S. M. C., BOTELHO, R. B. A., CHIARELLO, M. D. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. *In: LWT - Food Science and Technology*, vol.60, Is.1, 2015, pag 50-55, ISSN 0023-6438. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.035>>. Acesso em: 03 de Ago de 2022.

PUEBLA, P., OSHIMA-FRANCO, Y., FRANCO, L., SANTOS, M., SILVA, R., RUBEM-MAURO, L., FELICIANO, A. Chemical constituents of the dark of *Dipteryx alata* Vogel, an active species Against *Bothrops jararacuçu* venom. *In: Molecules*, 15(11), 819-8204.

RATTER, J. A., BRIDGWATER, S., RIBEIRO, J. F. DIAS, T. A. B., SILVA, M. R. Estudo preliminar da distribuição das espécies lenhosas da fitofisionomia Cerrado sentindo restrito nos estados compreendidos pelo bioma Cerrado. **Boletim Herbáreo Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v.5, p.5-43, 2000.

RIBEIRO, J.F., S.M. SANO., SILVA, J. A. 1981. Chave preliminar de identificação dos tipos fisionômicos da vegetação do Cerrado. pp. 124-133 *In: Anais do XXXII Congresso Nacional de Botânica*. Sociedade Botânica do Brasil, Teresina, Brasil.

RIBEIRO J. Felipe.; WALTER B. M. Teles.; Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In: SANO S. Matiko.; ALMEIDA S. Pedrosa. (Eds.), Cerrado: ambiente e flora. Embrapa Cerrados*, Planaltina – DF, p. 89-166. 1998.

SANO, S. M. **Ecofisiologia do crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. (Leguminosae)**. 2001. 199f. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2001.

SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de. Baru: biologia e uso. *In: Embrapa Cerrados*, Planaltina - DF, 52p, 2004.

SANO, S. M., ALMEIDA, S. P., RIBEIRO, J. F. Cerrado: Ecologia e Flora. *In: Embrapa (2008). In: Embrapa Cerrados*, vol. 1, pp. 19-41.

SANO, S. M., BRITO, M. A., RIBEIRO, J. E. Alimentícias: *Dipteryx alata* (baru). Plantas para o futuro. *In: Embrapa Cerrados (2014)*, vol. 6, pp. 203-215.

SILVA, A. K.; EGITO, M. Rede de comercialização solidária de agricultores familiares e extrativistas do Cerrado: um novo protagonismo social. *In: Agriculturas*, v. 2, n. 2, p. 14-16, 2005.

SIQUEIRA, E. M. A., MARIN, A. M. F., CUNHA, M. S. B., FUSTINONI, A. M., SANT'ANA, L. P., ARRUDA, S. F. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. *In: Food Research International*, vol. 45, issue , 2012, p.427-433.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. Perda da Cobertura Florestal – Cerrado – Mapas. *In: SNIF*, 2020. Acesso: <https://snif.florestal.gov.br/pt-br/perda-da-cobertura-florestal/240-mapas>

SOARES, T. N. **Estrutura e padrão espacial da variabilidade genética de *Dipteryx alata* Vogel (Barueiro) no Cerrado**. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

SOARES JÚNIOR, M. S; CALIARI, M; TORRES, M. C. L; VERA, R; TEIXEIRA, J. de. S. T; ALVES, L. C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *In: Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2007

SOQUETTA, M. B; STEFANELLO, F. S; HUERTA, K. da. M; MONTEIRO, S. S; ROSA, C. S. da; TERRA, N. N. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *In: Food Chemistry*. v. 199, n. 1, p. 471–478, 2016.

SOUSA, A. G. de. O.; FERNADES, D. C.; ALVES, A. M.; FREITAS, J. B. de. F.; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. *In: Food Research International*. v. 44, n. 7, p. 2319–2325, 2011.

SOUZA, E. C. M.; TURINI, E. T.; FREDDO, A. R. Conjuntura Mensal: Amêndoa de Baru. CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento, 2019. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_12_16_02_48_08_ago_-_2019_-_conjuntura_baru.pdf>.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUEDPIMENTEL, S. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. *In: Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.

VERA, R; SOARES JUNIOR, M. S; NAVES, R. V; SOUZA, E. R. B. de; FERNANDES, E. P; CALIARI, M; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do estado de Goiás, Brasil. *In: Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 31, n. 1, p. 112-118, 2009.

WALTER, B. M. T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 373f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

CAPÍTULO 2

COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DO BARU (*Dipteryx alata* Vog.)

*Michelle Monteiro Lira*¹

*Sibele Santos Fernandes*²

*Mariana Buranelo Egea*³

Resumo

A castanha de baru (*Dipteryx alata* Vog.) possui relevante valor comercial e propriedades nutricionais. A casca e a polpa são resíduos gerados durante a extração da castanha no processamento agroindustrial do baru, e sua composição química é pouco conhecida. O interesse por novas fontes de nutrientes e a necessidade de preservação das espécies nativas do Cerrado por meio de sua valorização motiva maiores esforços em investigar seu potencial para a suplementação de produtos. O baru é uma fruta nativa rica em proteínas (cerca de 30%), lipídios (cerca de 40%), fibras (cerca de 19%), minerais e compostos funcionais. As amêndoas de baru quando consumidas cruas podem conter fatores antinutricionais como taninos, ácido fítico e inibidor de tripsina, sendo necessário o tratamento adequado para inativação desses componentes. Este estudo apresenta uma visão geral dos atributos nutricionais dos componentes do fruto do baru (amêndoa, óleo, casca e polpa).

Palavras-chave: Amêndoa de baru; Cerrado; Nutrientes.

2.1 – Introdução

O baru, fruto nativo do Cerrado brasileiro, destaca-se pelo seu alto valor nutricional. Além de seu sabor único, o valor comercial da amêndoa de baru está relacionado às suas propriedades nutricionais, como alto teor proteico, lipídico principalmente pela presença de ácido oleico, fibra dietética, e compostos fenólicos. Além disso, como resultado da presença de compostos bioativos, tais como compostos fenólicos e carotenoides, possui elevada capacidade antioxidante (FERNANDES *et al.*, 2010).

A composição nutricional do baru, demonstrando elevados teores de proteínas, fibras e

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: michelle.mlira@gmail.com

² Universidade Federal de Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Av Itália km 8, Carreiros 96203-900, Rio Grande, Brasil. E-mail: sibelecti@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

de lipídios da amêndoa do baru *in natura*, torrada, óleo de amêndoa de baru, mesocarpo (polpa) e epicarpo (casca) (Tabela 2.1).

Vale ressaltar que são necessários os cuidados para cultivar e processar o fruto, uma vez que as partes morfológicas e estruturais da planta são atingidas fisiológica e bioquimicamente (SILVA *et al.*, 2020a). Consequentemente, as propriedades físico-químicas, minerais, microbiológicas e aspectos sensoriais podem variar consideravelmente. Além disso, os percentuais de saturação e insaturação dos lipídios podem variar, dependendo do processo de extração empregado para se obter os óleos de baru (ALARCON *et al.*, 2020). No que se refere às condições de armazenamento, as sementes de baru sofrem alterações bioquímicas ao longo do tempo, como atividade enzimática, reações de peroxidação de membrana, acúmulo de compostos e degradação o que incide em alteração da cor e odor e diminuição das características nutricionais. Embora o fruto do baru seja encontrado em regiões com alta exposição solar, algumas características intrínsecas do sistema de defesa da planta propiciam proteção por meio da biossíntese de compostos secundários ou agentes bioativos, tendo como exemplo os polifenóis (CAMPIDELLI *et al.*, 2020c; SILVA *et al.*, 2020a).

As variações entre a composição do baru podem ser explicadas principalmente pelas diferenças de teor de umidade. A variação da umidade pode ser resultado de diferenças nas condições ambientais durante o período de colheita do baru, como variações de chuva e umidade relativa do ar, e das condições de armazenamento do fruto (SANTIAGO *et al.*, 2018).

As sementes de baru torradas demonstram alto teor de proteínas (em torno de 22,9 a 25,8 g/100 g), assim como lipídios (40,6 a 41,9 g/100 g) e fibras alimentares (em torno de 16 g/100 g). Além disso, segundo Santiago (2018), uma porção de 20 g de amêndoas de baru pode suprir aproximadamente 10% da Ingestão Dietética de Referência para fibras alimentares.

Tabela 2.1. Composição nutricional do baru (*Dipteryx Alata Vogel*)

Componente	Amêndoa (crua)	Amêndoa (Torrada)	Óleo de amêndoa	Polpa	Casca	Referências
Umidade (g/100 g)	5,5 – 9,9	6,8 – 9,6	-	13,8 – 14,9	16,3	Alves <i>et al.</i> (2010); Siqueira <i>et al.</i> (2015);Santiago <i>et al.</i> (2018); Da Silva <i>et al.</i> (2019); Egea e Takeuchi (2020)
Calorias (kcal/100 g)	345,2 – 546,2	345,2 - 501	476 - 560	269,8 - 276	240	Alves <i>et al.</i> (2010); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Bento <i>et al.</i> (2014); Fetzer <i>et al.</i> (2018); Santiago <i>et al.</i> (2018)
Carboidratos (g/100 g)	12,2 – 37,1	11 – 13,6	7,28	54,9 - 57	51,5	Alves <i>et al.</i> (2010); Fernandes <i>et al.</i> (2010); Bento <i>et al.</i> (2014); Fetzer <i>et al.</i> (2018); Santiago <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2019)
Fibras dietéticas (g/100 g)	12 – 16,1	16 – 16,1	19,0	18 – 19,1	24,1	Alves <i>et al.</i> (2010); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Bento <i>et al.</i> (2014); Santiago <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2019)
Proteína (g/100 g)	19,7 – 30,0	22,9 – 25,8	29,59	3,2 – 4,2	2,5	Alves <i>et al.</i> (2010); Fernandes <i>et al.</i> (2010);Siqueira <i>et al.</i> (2015); Fetzer <i>et al.</i> (2018); Santiago <i>et al.</i> (2018)
Lipídios (g/100 g)	31,7 – 42,4	40,6 – 41,9	40,2	3,7	2,7	Alves <i>et al.</i> (2010); Fernandes <i>et al.</i> (2010); Siqueira <i>et al.</i> (2012); Bento <i>et al.</i> (2014); Zappi <i>et al.</i> (2015); Fetzer <i>et al.</i> (2018); Reis <i>et al.</i> (2018); Santiago <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2019); Da Silva <i>et al.</i> (2019); Egea e Takeuchi (2020)
Ácidos graxos (mg/g)	-	-	SFA 192,5 – 270 MUFA 474 – 462,2, PUFA 281,9 – 267,8, ω 6 265,5, ω3 2,3, ω6: ω3 115:1, OA 417,1 – 446,5, LA 264,6 – 280,5, outros 0,4 – 83,0	-	-	
Cinzas (g/100g)	1,5 – 3,8	3,1 – 4,4	-	3,1 – 4,3	2,9	Alves <i>et al.</i> (2010); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Santiago <i>et al.</i> (2018); Da Silva <i>et al.</i> (2019); Campidelli <i>et al.</i> (2020)
Vitamina C (mg/100 g)	18,8	18,5	-	-	-	Campidelli <i>et al.</i> (2020b)
Vitamina E (mg/100 g)	-	21,4	-	-	-	Bento <i>et al.</i> (2014)

LA: ácido linoleico, MUFA: ácidos graxos monoinsaturados, AO: ácido oleico, PUFA: ácidos graxos poli-insaturados, SFA: ácidos graxos saturados, ω: ômega.

Fonte adaptada: LIMA *et al.*, 2022.

A casca e a polpa do baru são coprodutos sólidos não aproveitados no processamento agroindustrial. A polpa de baru ainda é pouco utilizada na dieta humana, mas é consumida pelo gado quando o fruto cai da árvore, por seu sabor aromático e adocicado (SANO *et al.*, 2016). A casca de baru apresenta o maior teor de fibra alimentar, e a polpa apresenta a maior concentração de carboidratos, com quase 25% de açúcares totais, e uma concentração alta de

fibra alimentar (ALVES *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010). Também é fonte de cálcio, magnésio e zinco (SILVA *et al.*, 2019) e polifenóis (SANTIAGO *et al.*, 2018). No entanto, acredita-se que há ainda alguns parâmetros nutricionais e bioativos desses coprodutos de baru que são desconhecidos (ALVES *et al.*, 2021). O teor de fibra da casca e da polpa, quando comparado ao da amêndoa, é o maior, em torno de 24%.

Assim, a casca de baru tem potencial para ser incluída na dieta humana devido à sua alta quantidade de fibras e à sua textura macia. O uso da polpa de baru com sua casca pode melhorar o perfil nutricional e funcional de alimentos industrializados, aumentando o teor de fibras e compostos fenólicos e diminuindo o valor energético (LIMA *et al.*, 2010). O objetivo deste capítulo foi revisar a composição nutricional das partes do fruto de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

2.2 – Conteúdo proteico

A composição da amêndoa de baru se assemelha a de nozes, castanha de caju e amendoim em relação aos macronutrientes (LIMA *et al.*, 2010; FREITAS & NAVES, 2010). O teor de proteína da amêndoa de baru (26,22 g/ 100 g) é superior ao de outras castanhas, como noz-pecã (7 a 9 g/ 100 g) (RIBEIRO *et al.*, 2020), castanha do Brasil (15 g/ 100 g), castanha de caju (18 g/100 g), pistache (15 g/ 100 g), macadâmia (9 g/ 100 g) e noz (14 g/ 100 g) (CARDOSO *et al.*, 2017).

A amêndoa de baru é uma fonte de proteína classificada como de boa qualidade, pois possui um valor de pontuação de aminoácidos corrigido pela digestibilidade proteica (PDCAAS) de aproximadamente 90%, como demonstrado pelos resultados dos índices biológicos (FERNANDES *et al.*, 2010; DE OLIVEIRA SOUSA *et al.*, 2011). Assim, seu consumo pode ser recomendado para seres humanos como proteína complementar ou em substituição à proteína animal (NUNES *et al.*, 2017; ALVES SANTOS *et al.*, 2021).

2.3 – Conteúdo lipídico

Os ácidos graxos insaturados, tanto o ácido oleico quanto o linoleico representam uma grande proporção do conteúdo lipídico no baru (NUNES *et al.*, 2017; OLIVEIRA ALVES *et al.*, 2020). Os lipídios da amêndoa de baru apresentam um perfil de ácidos graxos adequado, com alta proporção de ácidos graxos insaturados para saturados (5,4:1) (ALVES *et al.*, 2016). Nas sementes, os ácidos graxos têm a seguinte distribuição: oleico (50-53%), linoleico (23-

25%), palmítico (cerca de 5%), esteárico (cerca de 5%) e araquidônico (cerca de 4%) (Tabela 2.1) (FETZER *et al.*, 2018). As Diretrizes Dietéticas para os Americanos recomendam uma ingestão média de ácidos graxos poli-insaturados de 20 g por dia, portanto, o consumo de 64 g de amêndoa de baru pode fornecer 100% dessa quantidade (CAMPIDELLI *et al.*, 2020b).

No entanto, Oliveira *et al.* (2020) encontrou teor lipídico relativamente baixo na castanha de baru torrada (24 g/100 g). Esse achado pode ser parcialmente explicado pelo diferente método usado para avaliar o teor de lipídios, que foi o método Goldfish, comparado ao método Soxhlet ou extração com metanol e clorofórmio (BLIGH & DYER, 1959), que foram utilizados em outros estudos, além da origem e condições de cultivo da matéria-prima. A metodologia escolhida para a extração de lipídios pode afetar a quantidade e qualidade de lipídios extraídos, e os solventes e a temperatura influenciam significativamente na eficiência da extração (BRUM *et al.*, 2009).

Como fonte natural de lipídios, o óleo de baru possui baixo índice de acidez (cerca de 0,28 mg KOH/g), e mostra que foi derivado de uma matéria-prima e processamento de boa qualidade. O valor está mais próximo do azeite virgem (0,22 mg KOH/g) e do óleo de soja (0,04 mg KOH/g). Além disso, o índice de iodo —parâmetro que mede o grau de insaturação dos ácidos graxos presentes nas amostras— no óleo de baru foi de 72,9 g I₂/100 g de óleo, que é comparável aos dos óleos de oliva (71,4 g I₂/100 g de óleo) e de soja (83,1 g I₂/100 g de óleo). O óleo de baru pode ser comparado ao óleo de amendoim em termos de parâmetros físico-químicos, conforme estabelecido pela lei RDC nº 482 de 1999 (BRASIL, 1999; SIQUEIRA *et al.*, 2016).

2.4 – Minerais

Na Tabela 2.2 estão apresentados os valores do conteúdo mineral presentes na amêndoa do baru (*in natura* e torrada). Com características oleaginosas e semelhante às demais, a amêndoa do baru apresenta uma rica composição em micronutrientes. É possível verificar o elevado teor de potássio, magnésio e ferro, e quantidades consideráveis de cálcio e zinco.

Tabela 2.2. Composição aproximada e minerais da castanha de baru

Minerais	Amêndoa (crua)	Referências	Amêndoa (Torrada)	Referências
Cálcio (mg/100 g)	82 – 240	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	110 – 300	Vera <i>et al.</i> (2009); Fernandes <i>et al.</i> (2010); Souza <i>et al.</i> (2011); Czeder <i>et al.</i> (2012)
Cobre (mg/100 g)	1,08 – 2,8	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	1,6	Vera <i>et al.</i> (2009)
Ferro (mg/100 g)	3 – 6,5	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	3,1 – 19,8	Vera <i>et al.</i> (2009); Fernandes <i>et al.</i> (2010); Souza <i>et al.</i> (2011); Czeder <i>et al.</i> (2012); Bento <i>et al.</i> (2014); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)
Potássio (mg/100 g)	811 - 1810	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	920 - 980	Vera <i>et al.</i> (2009); Fernandes <i>et al.</i> (2010)
Manganês (mg/100 g)	107 - 330	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	130 - 165	Vera <i>et al.</i> (2009); Souza <i>et al.</i> (2011)
Magnésio (mg/100 g)	4,9 – 9,1	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	5,72	Vera <i>et al.</i> (2009)
Fósforo (mg/100 g)	317 - 358	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Takemoto <i>et al.</i> (2001)	730 - 833	Vera <i>et al.</i> (2009); Souza <i>et al.</i> (2011)
Selênio (µg/100 g)	0,1	Bento <i>et al.</i> (2014); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	0,37	Fernandes <i>et al.</i> (2010); Souza <i>et al.</i> (2011); Siqueira <i>et al.</i> (2012); Bento <i>et al.</i> (2014); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)
Zinco (mg/100 g)	1,0 – 4,1	Vallilo <i>et al.</i> (1990); Bento <i>et al.</i> (2001, 2014); Takemoto <i>et al.</i> (2001); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)	2,3 – 5,4	Vera <i>et al.</i> (2009); Fernandes <i>et al.</i> (2010); Souza <i>et al.</i> (2011); Czeder <i>et al.</i> (2012); Siqueira <i>et al.</i> (2012); Bento <i>et al.</i> (2014); Siqueira <i>et al.</i> (2015); Greco <i>et al.</i> (2018); Campidelli <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Adaptada: ALVES *et al.* (2021)

É comum observar uma grande variação na concentração mineral entre os estudos, como por exemplo para Fe de 3,0 a 19,8 mg/100 g, Ca de 82 a 300 mg/100 g e Zn de 1,04 a 6,74 mg/100 g. Os teores de ferro são superiores aos da castanha do Brasil (2,2 mg/100 g), avelã (2,5 mg/ 100 g) e noz (2,1 mg/ 100 g) (SULIBURSKA & KREJPCIO, 2014). A concentração mínima de cálcio encontrada na amêndoa de baru é superior à encontrada para

castanha de caju (25 mg/100 g) e nozes (73 mg/100 g) (SULIBURSKA & KREJPCIO, 2014). Os teores de zinco da amêndoa de baru foram semelhantes aos relatados para castanha do Brasil (2,4 mg/100 g), avelã (1,5 mg/ 100 g), noz (1,8 mg/100 g) e castanha de caju (3,0 mg/100 g) (SULIBURSKA & KREJPCIO, 2014). Além disso, os teores de potássio e magnésio na amêndoa de baru são notavelmente maiores do que os do amendoim (K: 242 – 294 mg/10 g, Mg: 25 – 30 mg/100 g) (GULFEN & OZDEMIR, 2016).

A casca e a polpa do baru são descartadas como coprodutos sólidos durante a extração da castanha. Embora existam poucas informações sobre a composição química da casca e da polpa do baru, alguns estudos indicam que a polpa do baru possui um teor notavelmente alto de fibra alimentar (18%–42%) e uma concentração considerável de açúcares (20% -30%) (ALVES *et al.*, 2021). Além disso, a casca e a polpa do baru possuem alta concentração de minerais, principalmente potássio (1187 mg/100 g), cálcio (116 mg/100 g), magnésio (1,01 mg/100 g), zinco (8,75 mg/100 g) e ferro (3,59 mg/100 g), como demonstrado abaixo na Tabela 2.3.

Tabela 2.3. Composição aproximada e minerais da casca e polpa de baru

Minerais(mg/100 g)	Casca e polpa	Referências	Polpa	Referências
Cálcio	116		75,2	
Cobre	3,38		3,54	
Ferro	3,59		5,94	
Potássio	1187	Silva <i>et al.</i> (2019)	572	Vallilo <i>et al.</i> (1990)
Manganês	80		3,9	
Magnésio	1,01		3,84	
Fósforo	114		82,2	
Zinco	8,75		1,08	

Fonte: Adaptada: ALVES *et al.* (2021)

A casca e a polpa são coprodutos gerados durante a extração da castanha no processamento agroindustrial do baru, e sua composição química é pouco conhecida. Desta forma, como mencionado anteriormente, vários parâmetros nutricionais e bioativos desses resíduos de baru permanecem desconhecidos, evidenciando uma área com necessidade de pesquisa (ALVES *et al.*, 2021).

2.5 – Fatores antinutricionais

As amêndoas de baru quando cruas podem conter fatores antinutricionais como taninos, ácido fítico e inibidor de tripsina (enzima catalisadora do processo de degradação de proteínas no intestino), o que dificulta a absorção de nutrientes importantes para o organismo. Por este motivo, as sementes devem ser submetidas a um processo térmico de torrefação (temperatura entorno de 140 °C durante 20 a 30 min) antes do consumo (BORGES, 2013).

Taninos normalmente encontrados na polpa (3112 g/ 100 g) não foram relatados para as amêndoas de baru. Porém, foi relatada uma elevada concentração de inibidores de tripsina (38,60 UTI/mg). Para a amêndoa de baru torrada por 15 minutos à 200 °C, a concentração de inibidores de tripsina reduziu de 38,60 para 0,63 UTI/mg (TOGASHI *et al.*, 1993). Pesquisas têm demonstrado que muitas vezes as condições de processamento, como a torrefação, são eficientes na redução dessas substâncias para concentrações que não apresentam toxicidade. Lima *et al.* (2021) e Botezelli *et al.* (2000) utilizaram a mesma metodologia de Togashi *et al.* (1993), onde foi relatado que o tempo/temperatura foi o suficiente para diminuir os fatores antinutricionais.

Já Siqueira *et al.* (2015) relataram valores de 12,84 UTI/mg para inibidores de tripsina, 562,87 mg/100 g para taninos e 312,68 mg/100 g para fitatos nas amêndoas de baru. De acordo com Marin *et al.* (2009), o conteúdo de fitatos da amêndoa de baru é 100 vezes maior do que outros frutos do Cerrado.

Na cadeia produtiva do baru, as operações envolvidas para a torração da amêndoa são realizadas de forma artesanal, sem controle de tempo e temperatura, o que pode levar a problemas de qualidade ao produto, principalmente de padronização, dificultando a entrada desse produto no mercado (REIS, 2018). Segundo Damiani *et al.* (2013), o processo de torrefação interfere nas características físicas, químicas e sensoriais do produto, além de reduzir a umidade, fato que aumenta sua vida útil e confere maior estabilidade, além de ser fator importante na redução dos componentes antinutricionais.

2.6 – Considerações finais

O baru e seus coprodutos apresentam um excelente perfil nutricional, destacando-se o alto teor proteico e alto teor lipídico. Diferenças na composição nutricional podem ser decorrentes de diferentes aspectos, como metodologia de extração do biocomponente, forma e condições de produção do baru. Diante disso, o baru e seus coprodutos apresentam grande potencial de aplicação em diferentes alimentos.

Referências

- ALARCON, Rafael T. *et al.* Spectroscopic characterization and thermal behavior of baru nut and macaw palm vegetable oils and their epoxidized derivatives. **Industrial Crops and Products**, v. 154, p. 112585, 2020.
- ALVES-SANTOS, Aline Medeiros; FERNANDES, Daniela Canuto; NAVES, Maria Margareth Veloso. Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review. **NFS Journal**, v. 24, p. 26-36, 2021.
- ALVES, Aline Medeiros *et al.* Oilseeds native to the Cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health. **Revista de Nutrição**, v. 29, p. 859-866, 2016.
- ALVES, Aline Medeiros *et al.* Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 266-273, 2010.
- BENTO, A. P. N. *et al.* Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study. **Nutrition, metabolism and cardiovascular diseases**, v. 24, n. 12, p. 1330-1336, 2014.
- BORGES, THAYS HELENA PEREIRA. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento**. 2013. Tese de Doutorado. Dissertation, Universidade Federal de Goiás.
- BOTEZELLI, Luciana; DAVIDE, Antonio Claudio; MALAVASI, Marlene M. Characteristics of fruits and seeds of four provenances of *Dipteryx alata* Vogel. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 009-018, 2000.
- BLIGH, E. Graham; DYER, W. Justin. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BRUM, Aelson Aloir Santana *et al.* Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, v. 32, p. 849-854, 2009.
- CAMPIDELLI, M. L. L. *et al.* Fatty acid profile, mineral content and bioactive compounds of cocoa spreads supplemented with baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.). **Grasas y Aceites**, v. 71, n. 4, p. e382-e382, 2020.
- CAMPIDELLI, Marina *et al.* 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.
- CAMPIDELLI, M. L. L. *et al.* Effects of the drying process on the fatty acid content, phenolic profile, tocopherols and antioxidant activity of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.). **Grasas Y Aceites**, v. 71, n. 1, p. e343-e343, 2020.
- CARDOSO, Bárbara R. *et al.* Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. **Food Research International**, v. 100, p. 9-18, 2017.
- CRISTINA FERRAZ, Miriele *et al.* The effect of lupane triterpenoids (*Dipteryx alata* Vogel) in the in vitro neuromuscular blockade and myotoxicity of two snake venoms. **Current Organic Chemistry**, v. 16, n. 22, p. 2717-2723, 2012.
- CZEDER, Ludmila P. *et al.* Baru almonds from different regions of the Brazilian Savanna: implications on physical and nutritional characteristics. **Agricultural Sciences**, v. 3, n. 05, p. 745, 2012.
- DAMIANI, Clarissa *et al.* Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, p. 71-78, 2013.
- DE FREITAS, Jullyana Borges; NAVES, Maria Margareth Veloso. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, v. 44, p. 2319-2325, 2011.
- DE SOUZA, Rávila Graziany Machado *et al.* A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. **Nutrition**, v. 55, p. 154-160, 2018.

- EGEA, Mariana Buranelo; TAKEUCHI, Katiuchia Pereira. Bioactive compounds in Baru almond (*Dipteryx alata* Vogel): nutritional composition and health effects. **Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts**, p. 289-302, 2020.
- FERNANDES, Daniela Canuto *et al.* Effects of baru almond and Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress in vivo. 2015.
- FERNANDES, Daniela C. *et al.* Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, 2010.
- FREITAS, Jullyana Borges; NAVES, Maria Margareth Veloso. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 269-279, 2010.
- FETZER, Damian L. *et al.* Extraction of baru (*Dipteryx alata* vogel) seed oil using compressed solvents technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, p. 23-33, 2018.
- GÜLFEN, Mustafa; ÖZDEMİR, Abdil. Analysis of dietary minerals in selected seeds and nuts by using ICP-OES and assessment based on the recommended daily intakes. **Nutrition & Food Science**, 2016.
- LIMA, Dyana Carla *et al.* A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential. **Future Foods**, p. 100146, 2022.
- LIMA, Daniele Silva *et al.* Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **LWT**, v. 137, p. 110467, 2021.
- LIMA, Jean Carlos Rodrigues *et al.* Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, 2010.
- MARTINS, Bruno de A. *et al.* Processamento de baru (*Dipteryx Alata* Vog.)-estado da arte. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social-ISSN 2594-7060**, v. 6, n. 1, 2009.
- MARIN, A. M. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Minerals, phytic acid and tannin contents of 18 fruits from the Brazilian savanna. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, v. 60 n.57, p. 177-187, 2009.
- NUNES, Ângela A. *et al.* Preparation and characterization of baru (*Dipteryx Alata* Vog) nut protein isolate and comparison of its physico-chemical properties with commercial animal and plant protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 1, p. 151-157, 2017.
- RAPOSO JR, Jorge Luiz. Use of chemometric tools for HG-AAS instrumental optimization in the determination of Se in nuts grown in Brazil. **Atomic Spectroscopy**, v. 39, p. 6, 2018.
- REIS, Mayara Áthina *et al.* Hepatoprotective and antioxidant activities of oil from baru almonds (*Dipteryx Alata* Vog.) in a preclinical model of lipotoxicity and dyslipidemia. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, 2018.
- RIBEIRO, Stephanie Reis *et al.* Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in southern Brazil. **Food Research International**, v. 136, p. 109596, 2020.
- RIBEIRO, Tatiana G. *et al.* Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. **Experimental parasitology**, v. 143, p. 60-68, 2014.
- SANO, Sueli Matiko; BRITO, M. A.; RIBEIRO, José Felipe. *Dipteryx Alata*: Baru. 2016.
- SANO, Sueli M.; RIBEIRO, José F.; DE BRITO, M. A. Baru: biologia e uso. 2004.
- SANTIAGO, Gabriela de Lima *et al.* Peel and pulp of baru (*Dipteryx Alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 244-249, 2018.
- SANTOS, Fabíola Brandão dos; RAMOS, Maria Isabel Lima; MIYAGUSKU, Luciana. Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts from genipap, baru and taruma. **Ciência Rural**, v. 47, 2017.
- SILVA, G. P. *et al.* Biochemical and physiological changes in *Dipteryx Alata* Vog. seeds during germination and accelerated aging. **South African Journal of Botany**, v. 131, p. 84-92, 2020.

- SILVA, Daiana V. *et al.* Nutritional quality of the epicarp and mesocarp flours of baru fruits submitted to drying. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, p. 65-70, 2019.
- SIQUEIRA, Ana Paula Silva *et al.* Chemical quality of Baru almond (*Dipteryx Alata* oil). **Ciência Rural**, v. 46, p. 1865-1867, 2016.
- SIQUEIRA, Ana Paula Silva; PACHECO, Maria Teresa Bertoldo; NAVES, Maria Margareth Veloso. Nutritional quality and bioactive compounds of partially defatted baru almond flour. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 127-132, 2015.
- SULIBURSKA, Joanna; KREJPCIO, Zbigniew. Evaluation of the content and bioaccessibility of iron, zinc, calcium and magnesium from groats, rice, leguminous grains and nuts. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 3, p. 589-594, 2014.
- SCHINCAGLIA, Raquel M. *et al.* Effects of baru almond oil (*Dipteryx Alata* Vog.) supplementation on body composition, inflammation, oxidative stress, lipid profile, and plasma fatty acids of hemodialysis patients: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Complementary Therapies in Medicine**, v. 52, p. 102479, 2020.
- TAKEMOTO, Emy *et al.* Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx Alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás¹. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n. 2, p. 113-117, 2001.
- TOGASHI, M. Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog.) [mestrado]. **Campinas: Universidade Estadual de Campinas**, 1993.
- VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx Alata* Vog.)—caracterização do óleo da semente. **Revista do Instituto Florestal**, v. 2, n. 2, p. 115-125, 1990.
- VERA, Rosângela *et al.* Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx Alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 112-118, 2009.
- ZAPPI, Daniela C. *et al.* Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, p. 1085-1113, 2015.

CAPÍTULO 3

COMPOSTOS BIOATIVOS DO FRUTO DO BARU (*Dipteryx alata Vog.*)

*Isabelly de Campos Carvalho Cabassa*¹

*Sibele Santos Fernandes*²

*Mariana Buranelo Egea*³

Resumo

O alto consumo de nozes, castanhas e oleaginosas em geral, estão relacionadas com a redução ou controle de algumas doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), como a obesidade, e, também, na redução de doenças cardiovasculares ou câncer. O destaque das oleaginosas está relacionado aos seus benefícios em tratamento ou controle de algumas doenças, os quais são associados aos compostos bioativos presentes, como os compostos fenólicos, antioxidantes, fibras e ácidos graxos. As castanhas de baru apresentam alto valor nutricional, sendo fonte de minerais como ferro, zinco e cálcio, proteínas e ácidos graxos insaturados, além do alto nível de ácido fítico, taninos e tocoferóis. O teor de compostos fenólicos presente na amêndoa pode variar entre 390 e 1300 mg de equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 g. Já para a capacidade antioxidante, o teor pode variar de acordo com a torrefação e a presença ou ausência da casca da amêndoa. O ácido oleico encontrado na amêndoa de baru auxilia a retirar o excesso de colesterol encontrado nas células periféricas e melhora o perfil lipídico de mulheres que se enquadram no quadro de obesidade. Os estudos sobre os compostos bioativos presentes na amêndoa de baru têm resultados proeminentes, visto que a oleaginosa apresenta teores para compostos bioativos e antioxidantes maiores do que os de outras oleaginosas, como a avelã e o amendoim.

Palavras-chave: Capacidade antioxidante; Fibras dietéticas; Ácido oleico.

3.1 – Introdução

Com a evolução da tecnologia, a produção de alimentos processados aumentou significativamente e, com isso, o homem passou a ter mais facilidade no acesso de diferentes tipos de alimentos de fáceis preparo e consumo. Entretanto, o consumo exacerbado de alimentos desse tipo não é recomendado, visto que este novo hábito da humanidade, acrescentado da baixa atividade física e do estresse gerado pela rotina excessiva de trabalho,

¹ Universidade Federal de Goiás – Campus Samambaia - Escola de Agronomia 74690-900 Goiânia- Goiás, Brasil. E-mail: Isabelly.campos@discente.ufg.br

² Universidade Federal de Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Av Itália km 8, Carreiros 96203-900, Rio Grande, Brasil. E-mail: sibelecti@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

auxilia no aparecimento de algumas doenças crônicas como a diabetes e a obesidade (CAMPIDELLI *et al.*, 2022).

De acordo com uma pesquisa realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) no mundo, em média 41 milhões de pessoas morrem por ano devido a doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), porém ao contrário do que a crença popular acredita, que apenas pessoas com idades mais avançadas sofrem de doenças que se enquadram neste grupo, o estudo realizado evidencia que a faixa etária de mortes causadas pelas DCNT's se encontra entre 30 e 69 anos (WHO, 2021).

Estudos recentes abordam que um maior consumo de algumas nozes, castanhas e oleaginosas estão relacionadas com a redução ou controle de algumas DCNT's, como a obesidade, e também na redução de doenças cardiovasculares ou do câncer (AUNE *et al.*, 2016). Este destaque que muitas oleaginosas vêm ganhando em relação aos seus benefícios em tratamento ou controle de algumas doenças se deve aos compostos bioativos presentes nas mesmas, como os compostos fenólicos, antioxidantes, fibras e ácidos graxos, além de diversas pesquisas publicadas em países do mediterrâneo sobre presença de nozes e amêndoa na dieta de pacientes com doenças neurodegenerativas, o que auxilia no tratamento das mesmas (ALASALVAR; SALVADÓ; ROS, 2020, ATTARI *et al.*, 2014).

Na literatura, é possível verificar estudos que mostram que as castanhas de baru têm alto valor nutricional, sendo fonte de minerais como ferro, zinco e cálcio, proteínas e ácidos graxos insaturados, além do alto nível de ácido fítico, taninos e tocoferóis (MARIN *et al.*, 2009). Além destes compostos, as amêndoas de baru podem apresentar compostos que não possuem a função específica de nutrir, mas que ao serem consumidos podem ocasionar benefícios a saúde humana, os chamados compostos bioativos como compostos fenólicos, carotenoides, entre outros (SIQUEIRA *et al.*, 2012).

3.2 – Compostos fenólicos

A importância e a relevância da presença de compostos fenólicos em diversos alimentos se devem ao fato de que estes compostos trazem benefícios a nutrição humana, já que auxiliam na defesa do organismo contra doenças cardiovasculares, além de terem funções anti-inflamatórias, antienvhecimento e ajudarem em casos de tratamento de câncer (UMESALMA; SUDHANDIRAN, 2011). Os alimentos de origem vegetal, de acordo com os estudos na literatura, são as principais fontes destes compostos, principalmente as sementes, nozes e castanhas oleaginosas. Tendo em vista todo este contexto e a crescente busca por uma

alimentação mais saudável por uma parcela da população mundial, estudos da presença e composição dos compostos fenólicos na amêndoa de baru têm sido cada vez mais realizados (COSTA; JORGE, 2015).

A amêndoa de baru é fonte de taninos e também é uma fonte de compostos bioativos, como carotenoides e compostos fenólicos. Siqueira *et al.* (2016) encontraram um teor total de carotenoides de ~11,40 µg/100 g na amêndoa. Em outro estudo mais recente, foram detalhados os teores de α-caroteno, β-caroteno e licopeno na amêndoa como 19,5, 20,7 e 15,1 µg/g, respectivamente (GONÇALVES *et al.*, 2020). Dentre os compostos fenólicos que a amêndoa de baru apresenta, os principais foram o ácido gálico, ácido ferúlico, ácido fálico, catequina e rutina, além de apresentar um alto teor de taninos (563 mg/100 g) (LEMOS *et al.*, 2012, SIQUEIRA; PACHECO; NAVES, 2015). O teor de compostos fenólicos presente na amêndoa pode variar entre 390 e 1300 mg de equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 g. Essa variação depende de alguns fatores, tais como a determinação destes compostos foi realizada com a amêndoa crua ou torrada, ou das condições ambientais na quais a amêndoa foi coletada (ALVES-SANTOS; FERNANDES; NAVES, 2021). A amêndoa de baru crua e torrada com a casca (568,9 e 531,8 mg GAE/100 g, respectivamente) tende a apresentar teores de compostos fenólicos mais altos do que a amêndoa crua torrada sem a casca (250,4 e 111,3 mg GAE/100 g, respectivamente). Ela também apresenta um teor relevante de fenólicos totais, além de maior teor de compostos fenólicos do que algumas oleaginosas comumente consumidas no Brasil como a castanha-do-Brazil, castanha de caju, e amêndoa, para as quais foram encontrados valores de 4,06, 3,7 e 7,50 mg GAE/g, respectivamente, para as oleaginosas cruas, e 2,6,2,8 e 1,74 mg GAE/g, respectivamente, para as oleaginosas torradas (BORGES *et al.*, 2014, JOHN; SHAHIDI, 2010, LEMOS *et al.*, 2012, LIN *et al.*, 2016). Na Tabela 3.1 são apresentados os valores médios encontrados na literatura de compostos fenólicos, presente na amêndoa deste fruto.

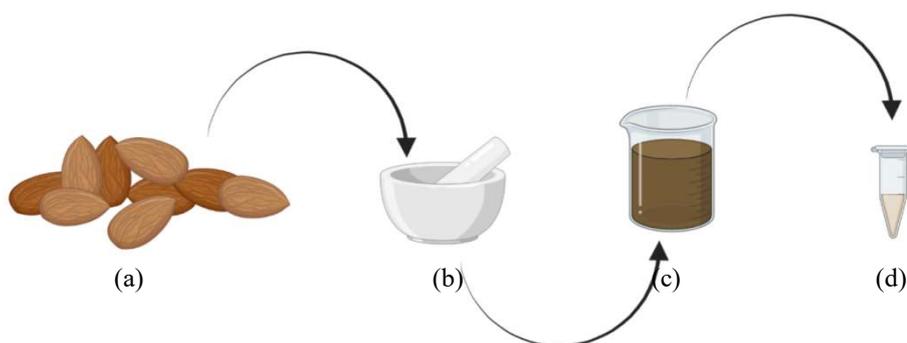
Tabela 3.1. Teores médios de compostos fenólicos totais encontrados em diversas variações da amêndoa de baru (valores expressos em mg GAE/100 g)

Amêndoa de baru	Autores			
	Lima <i>et al.</i> (2021)	Lemos <i>et al.</i> (2012)	Siqueira, Pacheco e Naves (2015)	Santiago <i>et al.</i> (2018)
Torrada sem casca	1171,95	111,3	-	728
Torrada com casca	-	531,8	-	-
Crua sem casca	-	250,4	-	-
Crua com casca	-	568,9	388,04	1.107

Fonte: O autor

Como é possível notar na Tabela 3.1, há uma grande variação nos teores de compostos fenólicos encontrados dentro de uma mesma variação da amêndoa. Uma justificativa que pode ser dada para este resultado são os métodos de extração utilizados para realizar os extratos brutos das amêndoas, como também as metodologias aplicadas durante as determinações (Figura 3.1). Outro fator que também pode explicar as diferenças entre os teores encontrados na amêndoa é o tratamento térmico que algumas das amêndoas foram submetidas. O tratamento térmico aplicado a alimentos de origem vegetal, seja por aquecimento ou por torrefação, causa evaporação de água intracelular, o que desencadeia reações químicas que podem alterar a estrutura celular e promover a desnaturação proteica. Isso, portanto, pode resultar em uma maior disponibilidade de compostos fenólicos vegetais na matriz (XU; CHANG, 2008).

Figura 3.1 – Esquema de exemplo de processo de extração para análise de compostos fenólicos e atividade antioxidante, sendo (a) a matéria-prima, (b) o processo de homogeneização da amostra, (c) solubilização em solventes e por fim, (d) o extrato bruto



Além da determinação do teor de compostos fenólicos totais, é possível, por meio da realização de cromatografia, a determinação dos teores individuais dos compostos fenólicos. Dentre os principais componentes individuais mais presentes em amêndoa de baru, tem-se o ácido gálico, oriundo do ácido hidroxibenóico. Entretanto, no caso deste composto individual, juntamente com os demais compostos fenólicos, são encontrados valores mais altos para a amêndoa crua (224,0 mg/100 g) em comparação com a amêndoa submetida ao processo de torra (170,9 mg/100 g), o que pode ser devido ao calor aplicado que faz com que algumas substâncias se desnaturem durante o processo de torrefação (LEMOS *et al.*, 2012). Na Tabela 3.2 são demonstrados os teores individuais de compostos fenólicos encontrados na literatura.

Tabela 3.2. Teores individuais de compostos fenólicos presentes na amêndoa de baru (Valores expressos em mg GAE/100g)

	Amêndoa crua		Amêndoa torrada	
	Lemos <i>et al.</i> (2012)	Campidelli <i>et al.</i> (2019)	Lemos <i>et al.</i> (2012)	Campidelli <i>et al.</i> (2019)
Ácido elágico	8,5	-	2,0	-
Ácido cafeína	6,3	19,89	1,1	11,68
Ácido gálico	224	45,83	66,7	48,9
Catequina	87,2	9,01	13,6	11,06
Ácido ferúlico	45,4	1,17	3,6	0,3
Epicatequina	23,9	-	2,1	-

Fonte: O autor

A catequina é um dos compostos fenólicos mais abundantes na amêndoa crua, segundo Lemos *et al.* (2012). Este composto previne muitas doenças crônicas, inibindo o estresse oxidativo através da ativação da desmutase de superóxido, glutathionaperoxidase e catalase, além de ser reconhecido por suas propriedades anticâncer, antifibrotica e hemolítica, e é comumente usado para tratar clinicamente cardiomiopatia restritiva (KRISHNAMOORTHY *et al.*, 2022, ZHAO *et al.*, 2022). Já na amêndoa torrada, o composto bioativo mais presente é o ácido gálico (CAMPIDELLI *et al.*, 2019, LEMOS *et al.*, 2012). Sabe-se que este composto é abundante no reino vegetal, sendo encontrado principalmente em frutas, cereais e oleaginosas, além de que este composto diminui o risco de doenças, prevenindo e aliviando a oxidação de moléculas no corpo humano (CHEN *et al.*, 2022).

3.3 – Antioxidantes

O potencial antioxidante se refere à redução da produção radical de superóxido livre ou até mesmo a eliminação dos radicais produzidos, podendo ser divididos em três grupos: os primários, biológicos (enzimas) e os quelantes de metais (MORAIS *et al.*, 2013). Sabe-se que alguns dos componentes presentes nas nozes têm a capacidade de reduzir a produção ou eliminar os radicais livres presentes no organismo humano e, desta forma, se um alimento tem atividade antioxidante, seu consumo está relacionado ao decaimento de variadas doenças crônicas degenerativas (AGEBRATT *et al.*, 2016).

Existem alguns métodos para que seja realizada a determinação da capacidade antioxidante das amêndoas de baru e de mais oleaginosas, sendo inicialmente necessário o preparo do extrato da matéria-prima para que seja possível então a determinação da

capacidade antioxidante. Depois que os extratos são preparados, as principais metodologias descritas na literatura para a determinação de atividade antioxidante são: o método ABTS (2,2'-azinobis 3-ethylbenzthiazolina-6-sulfonato ácido), em comparação com o Trolox® padrão (RE *et al.*, 1999), método no qual se utiliza a análise de sequestro radical livre com o reagente 1,1-difenil-2-picrylhydrazyl (DPPH), e o método de redução férrico (FRAP) (RUFINO *et al.*, 2010).

Na Tabela 3.3 são expostos os valores da capacidade antioxidante da amêndoa de baru crua e torrada e da farinha da amêndoa semi-desengordurada (torta). De acordo com as pesquisas disponíveis na literatura, existe uma diversa gama de resultados sobre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante da amêndoa de baru. Isto pode ser parcialmente explicado devido às diversas metodologias utilizadas para a extração dos compostos bioativos ou, em alguns casos, pelas diferentes unidades de medição utilizadas para evidenciar os resultados.

Tabela 3.3. Valores da capacidade antioxidante presente na amêndoa de baru

Autores	Amêndoa crua			Amêndoa torrada		Farinha da amêndoa	
	Santiago <i>et al.</i> (2018)	Silva <i>et al.</i> (2020)	Barros <i>et al.</i> (2021)	Liman <i>et al.</i> (2021)	Santiago <i>et al.</i> (2018)	Silva <i>et al.</i> (2019)	Pineli <i>et al.</i> (2015)
DPPH (trolox $\mu\text{mol/g}$)	81,00	259,10	-	100,08	76,00	9,53	-
ABTS (trolox $\mu\text{mol/g}$)	100,00	170,72	473,00	185,64	77,00	13,82	10,36
FRAP (sulfato ferroso $\mu\text{mol/g}$)	157,00	144,49	357,00	-	126,80	-	-

Fonte: O autor

Na literatura, alguns autores relatam que pode existir uma relação direta entre o aumento da capacidade antioxidante e o aumento do teor de compostos fenólicos em várias oleaginosas, como por exemplo, nas nozes que apresentaram 179 $\mu\text{mol TE/g}$ e 1,625mg GAE/100 g, respectivamente, e no pistache, onde foi encontrado 80 $\mu\text{mol TE/g}$ e 867 mg GAE/100 g, respectivamente (KORNSTEINER; WAGNER; ELMADFA, 2006). Esses resultados indicam uma alta relação entre o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante das nozes estudadas. Entretanto, na literatura também se encontra estudos que relatam que essa correlação não é garantida. Wu *et al.* (2004) ao estudarem a capacidade antioxidante de 100 tipos de alimentos, contendo dentre eles algumas oleaginosas, encontraram uma correlação fraca entre o teor de composto fenólico total e a capacidade

antioxidante medida pelo método de ORAC, um outro método de determinar a capacidade antioxidante de alimentos. Devido a estes fatores, mais estudos são necessários para avaliar esta correlação.

Em seus estudos, Santiago *et al.* (2018) relataram que a amêndoa crua tem aproximadamente 50% mais fenólicos do que sua versão torrada. Este comportamento também foi encontrado por Lima *et al.*, (2022), que demonstraram que a amêndoa de baru crua apresentou a maior capacidade antioxidante, já que os valores encontrados na amêndoa torrada foram de cerca de 7% para a amêndoa com casca para 24% para a amêndoa sem casca, menores quando comparadas aos teores da amêndoa crua com e sem casca. Entretanto, como é possível observar na Tabela 3.3, alguns teores da capacidade antioxidante das amêndoas torradas, foram maiores do que os teores encontrados para a amêndoa crua, fato que pode ter ocorrido devido à origem da matéria-prima, já que os estudos foram realizados em locais diferentes, tendo desta forma outras características do local que podem ter influenciado nas diferenças da capacidade para a amêndoa. Além disso, esta alteração também pode ser devido ao processo de torrefação (binômio tempo x temperatura) escolhido para submeter a amêndoa de baru.

3.4 – Fibra alimentar

As fibras são compostos incluídos na determinação dos carboidratos que acarretam à nutrição humana e vários benefícios, assim como todos os compostos bioativos. São reconhecidas dentro da ciência como uma parte saudável dos alimentos, auxiliando na redução do desenvolvimento de algumas doenças, no tratamento de diabetes, de doenças cardiovasculares e de câncer do cólon, além de estudos que relatam que o seu consumo melhora a regulação do trânsito intestinal (MACAGNAN; SILVA; HECKTHEUER, 2016, MACKIE; BAJKA; RIGBY, 2016).

Em 2008, o *Codex Alimentarius* (conjunto de normas e regras internacionais, definidas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO) definiu fibra dietética como polímeros de carboidratos a partir de dez ou mais unidades monômicas que não são hidrolisadas pelas enzimas endógenas no intestino delgado do ser humano (CODEX ALIMENTARIUS, 2008). As fibras também podem ser classificadas quanto a sua solubilidade em água, podendo ser, portanto, solúvel em água (FDS) ou insolúvel em água (FDI), o que auxilia no entendimento de suas propriedades fisiológicas, já que essas características dizem respeito ao aumento da viscosidade causada pelos polímeros de alto

peso molecular em fibras solúveis e à capacidade da fibra de ligar compostos endógenos, como enzimas (MACAGNAN; SILVA; HECKTHEUER, 2016, MACKIE; BAJKA; RIGBY, 2016). As propriedades que as fibras solúveis geralmente apresentam estão relacionadas ao seu maior poder de viscosidade ao entrar em contato com a água, o que ajuda a prolongar a digestão e absorção dos nutrientes, reduz o apetite, a absorção de colesterol e de glicose no organismo humano. Enquanto isso, as fibras insolúveis desenvolvem um papel mais ligado ao trânsito intestinal, pois têm um efeito laxativo, e aumentam a quantidade de bolo fecal (DHINGRA *et al.*, 2012, O'GRADY; O'CONNOR; SHANAHAN, 2019).

Segundo Sardinha *et al.* (2014) na primeira década dos anos 2000, o consumo de fibra alimentar pela população brasileira era em média de 12,3 g/dia, sendo que a recomendação de consumo diário por pessoa de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a qual foi adotada pelo Ministério da Saúde, é de no mínimo 25,0 g/dia. Portanto nota-se que há uma certa carência na ingestão de fibra alimentar na dieta do consumidor brasileiro, que precisa ser suprida buscando-a em novas fontes de alimentos.

Sabe-se que a amêndoa de baru é muito rica em macronutrientes, apresentando altos teores de proteínas, lipídios e fibras dietéticas, sendo que, para este último, alguns autores relatam valores encontrados em torno de 16 g/100 g. Entretanto, o teor de fibras da casca e da polpa do fruto do baru, quando comparado com a amêndoa, é o mais alto, em torno de 24 g/100 g (SIQUEIRA *et al.*, 2016). De acordo com Freitas *et al.* (2012) a amêndoa de baru apresenta altos teores de fibras dietéticas insolúveis em sua composição, sendo este maior quando comparados a outras oleaginosas, como o amendoim com 5,2 g/100 g, e a castanha de caju, com 6,5 g/100 g, além do fato de que uma porção de 20 g de amêndoas de baru pode fornecer aproximadamente 10% da ingestão de referência dietética para fibras dietéticas (SANTIAGO *et al.*, 2018). Na Tabela 3.4, são expostos os teores de fibras dietéticas totais encontradas na amêndoa de baru, em diversos estudos na literatura.

Tabela 3.4. Teores de fibra dietética, fibra dietética insolúvel e fibra dietética insolúvel presentes na amêndoa de baru

Autores	Amêndoas cruas		Amêndoas torradas	
	Siqueira <i>et al.</i> (2015)	Campidelli <i>et al.</i> (2020)	Sousa <i>et al.</i> (2011)	Oliveira-Alves <i>et al.</i> (2020)
Fibras dietéticas	12,60	14,44	9,21	6,10
FDI	-	-	7,18	-
FDS	-	-	2,03	-

Fonte: O autor

Pineli *et al.* (2015) encontraram teores de fibra dietética total para a torta da amêndoa de 38,8 g/100 g, valor superior aos teores encontrados na literatura para a farinha de cevada sem casca refinada (7,6 g/100 g) e para a farinha de cevada sem casca integral (20,8 g/100 g) (ERMISER; YALÇIN, 2021). Essa característica da farinha semi-desengordurada da amêndoa pode ser utilizada na aplicação em tecnologia de produção de produtos de panificação (PINELI *et al.*, 2015).

3.5 – Ômega 3 e 6

Ácidos graxos são moléculas de sinalização no organismo, que são divididos entre ácidos graxos saturados ou insaturados, sendo este último importante para garantir a fluidez da membrana celular, além de auxiliar a evitar processos de inflamação (VIVAR-SIERRA *et al.*, 2021). Sabe-se também que uma dieta rica em alimentos fontes de ácidos graxos insaturados ajuda na diminuição de fatores de risco para saúde, tais como problemas cardiovasculares (BILLINGSLEY; CARBONE; LAVIE, 2018).

Dentre os ácidos graxos encontrados na amêndoa de baru, 50% dos ácidos graxos insaturados presentes são monoinsaturados, sendo que dentro destes há a predominância dos ácidos oleicos (48 a 53%) e linoleicos (23 a 25%) (FETZER *et al.*, 2018; CAMPIDELLI *et al.*, 2019). De acordo com Campidelli (2022), os valores de ácidos oleicos encontrados na amêndoa de baru auxiliam a retirar o excesso de colesterol encontrado nas células periféricas. Outra vantagem para a saúde que estes ácidos acarretam é a melhora no perfil lipídico de mulheres que se enquadram no quadro de obesidade, e os ácidos graxos ajudam ainda na manutenção do sistema cardiovascular (ARAÚJO *et al.*, 2017; SOUZA *et al.*, 2018). Já o ácido linoleico é de suma importância na manutenção do DNA e reparação de danos que podem vir a acontecer com o mesmo, além de ajudar a regular a pressão arterial e demonstrar propriedades anticancerígenas (ZAHEDI *et al.*, 2020).

3.6 – Considerações finais

Os estudos sobre os compostos bioativos presentes na amêndoa de baru têm resultados proeminentes, visto que a oleaginosa apresenta teores para compostos bioativos e antioxidantes maiores do que outras oleaginosas, como a avelã e o amendoim. O mesmo se repete nos teores encontrados para fibra dietética, onde os valores são superiores aos encontrados em castanhas, nozes e sementes oleaginosas mais populares, como a castanha de

caju. Considerando o aspecto nutritivo, o consumo desta amêndoa acarreta muitos benefícios à saúde, juntamente com os relatos dos benefícios que os compostos bioativos presentes nela podem trazer para tratamentos e retardo de algumas doenças crônicas ou cardiovasculares, já que, em países do mediterrâneo, a medicina faz o uso recorrente de oleaginosas no tratamento de doenças neurodegenerativas. Ainda é preciso mais estudos em relação à efetividade da amêndoa de baru e à dose necessária para que ocorra o efeito desejado no organismo humano.

Referências

- AGEBRATT, C.; STRÖM, E.; ROMU, T.; DAHLQVIST-LEINHARD, O.; BORGA, M.; LEANDERSSON, P.; NYSTROM, F. H.. A Randomized Study of the Effects of Additional Fruit and Nuts Consumption on Hepatic Fat Content, Cardiovascular Risk Factors and Basal Metabolic Rate. **In: Plos One**, v. 11, n. 1, 2016. P. 147-149. Disponível em <[10.1371/journal.pone.0147149](http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0147149)>.
- ALASALVAR, C.; SALVADÓ, J. S.; ROS, E. Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. **In: Food Chemistry**, v. 314. 2020. P. 126192. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126192>>.
- ALVES-SANTOS, A. M.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: a comprehensive review. **In: Nfs Journal**, v. 24, 2021. P. 26-36. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.07.001>>.
- ARAÚJO, A. C. F.; ROCHA, J. C.; PARAISO, A. F.; FERREIRA, A. V. M.; SANTOS, S. H. S.; PINHO, L. Consumption of baru nuts (*Dipteryx alata*) in the treatment of obese mice. **In: Ciência Rural**, v. 47, n. 2. 2017. P. 1-4. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151337>>.
- MORAIS, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAÚJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V. Determinação do potencial antioxidante *in vitro* de frutos do Cerrado brasileiro. **In: Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2. 2013. P. 355-360. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452013000200004>>.
- ATTARI, M. M. A.; AHMADIANI, A.; KAMALINEJAD, M.; DARGAHI, L.; SHIRZAD, M.; MOSADDEGH, M. Treatment of Alzheimer's Disease in Iranian Traditional Medicine. **In: Iranian Red Crescent Medical Journal**, v. 17, n. 1. 2014. P. 1-7. DoNotEdit. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5812/ircmj.18052>>.
- AUNE, D.; KEUM, N.; GIOVANNUCCI, E.; FADNES, L. T.; BOFFETTA, P.; GREENWOOD, D. C.; TONSTAD, S.; VATTEN, L. J.; RIBOLI, E.; NORAT, T. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. **In: BMC Medicine**, v. 14, n. 1. 2016. P. 1-14. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1186/s12916-016-0730-3>>.
- BARROS, Hanna Elisia Araújo de; ALEXANDRE, Ana Cláudia Silveira; CAMPOLINA, G. A.; ALVARENGA, G. F.; SILVA, L. M. S. F.; NATARELLI, C. V. L.; CARVALHO, E. E. N.; BOAS, E. V. B. V. Edible seeds clustering based on phenolics and antioxidant activity using multivariate analysis. **In: LWT**, v. 152. 2021. P. 112372. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112372>>.
- BILLINGSLEY, H.; CARBONE, S.; LAVIE, C. Dietary Fats and Chronic Noncommunicable Diseases. **In: Nutrients**, v. 10, n. 10. 2018. P. 1385. MDPI AG. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.3390/nu10101385>>.

- BORGES, Thays Helena; RODRIGUES, Nuno; SOUZA, Adriana Marques de; PEREIRA, José Alberto. Effect of different extraction conditions on the antioxidant potential of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.): Comparison to common nuts from Brazil. **In: Journal Of Food And Nutrition Research**, v. 53, n. 2. 2014. P. 180-188. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/267037295_Effect_of_different_extraction_conditions_on_the_antioxidant_potential_of_baru_almonds_Dipteryx_alata_Vog_Comparison_to_common_nuts_from_Brazil>.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M.. Characteristics Of Fruits And Seeds Of Four Provenances Of *Dipteryx Alata* Vogel. **In: Cerne**, v. 6, n. 1. 2000. P. 9-18. Disponível em <<https://cerne.ufla.br/site/index.php/CERNE/article/view/475>>.
- CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUZA, E. C.; BOAS, E. V. B. V.; BERTOLUCCI, S. K. V.; AAZZA, S.; OLIVEIRA, R. R.; CHALFUN-JUNIOR, A.; REIS, G. L.; SEIXAS, J. N. Baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) and baru almond paste promote metabolic modulation associated with antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects. **In: Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 80. 2022. P. 103068. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103068>>.
- CAMPIDELLI, M.; CARNEIRO, J. D.; SOUZA, E. C.; MAGALHÃES, M.; KONIG, I.; BRAGA, M.; ORLANDO, T.; SIMÃO, S. D.; LIMA, Lidiany; BOAS, E.V.B. V. 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. **In: Journal Of Culinary Science & Technology**, v. 18, n. 3. 2019. P. 231-243. Disponível em <<https://doi.org/10.1080/15428052.2019.1573710>>.
- CHEN, J.; CHEN, Y.; LI, S.; YANG, J.; DONG, J. In-situ growth of cerium-based metal organic framework on multi-walled carbon nanotubes for electrochemical detection of gallic acid. **In: Colloids And Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 65. 2022. P. 129-318. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.129318>>.
- CODEX ALIMENTARIUS. **Report of the 30th Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses**. In: Cape Town: Codex Alimentarius, 2008. Disponível em <<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee/en/?committee=CCNFSDU>>.
- COSTA, T.; JORGE, N. Compostos Bioativos Benéficos Presentes em Castanhas e Nozes. **In: Journal Of Health Sciences**, v. 3, n. 13. 2011. P. 195-203. Disponível em <<https://doi.org/10.17921/2447-8938.2011v13n3p%25p>>
- DHINGRA, D.; MICHAEL, M.; RAJPUT, H.; PATIL, R. T. Dietary fibre in foods: a review. **In: Journal Of Food Science And Technology**, v. 49, n. 3. 2011. P. 255-266. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>
- ERMISER, D.; YALÇIN, E. Dietary fibre, protein profile and technological characteristics of durum spaghetti enriched with refined / whole grain hull-less barley flour. **In: Journal Of Cereal Science**, v. 102. 2021. P. 103315. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103315>>.
- FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata* vogel) seed oil using compressed solvents technology. **In: The Journal Of Supercritical Fluids**, v. 137. 2018. P. 23-33. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2018.03.004>>.
- FREITAS, J. B.; FERNANDES, D. C.; CZEDER, L. P.; LIMA, J. C. R.; SOUSA, A. G. O.; NAVES, M. M. V. Edible Seeds and Nuts Grown in Brazil as Sources of Protein for Human Nutrition. **In: Food And Nutrition Sciences**, v. 03, n. 06. 2012. P. 857-862. Scientific Research Publishing. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2012.36114>>.
- GONÇALVES, T. O.; FILBIDO, G. S.; PINHEIRO, A. P. O.; PIERETI, P. D. P.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. In vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bociúva pulp and, macronutrients characterization. **In: Journal Of Food Composition And Analysis**, v. 86. 2020. P. 103356. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103356>>.

JOHN, J. A.; SHAHIDI, F. Phenolic compounds and antioxidant activity of Brazil nut (*Bertholletia excelsa*). **In: Journal Of Functional Foods**, v. 2, n. 3. 2010. P. 196-209. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2010.04.008>>.

KORNSTEINER, M.; WAGNER, K. H.; ELMADFA, I. Tocopherols and total phenolics in 10 different nut types. **In: Food Chemistry**, v. 98, n. 2. 2006. P. 381-387. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.033>>.

KRISHNAMOORTHY, R.; ADISA, A. R.; PERIYASAMY, V. S.; AHAMED, A.; ALSHUNIABER, M. A.; ALSHATWI, A. A. Antioxidant potential of biotransformed green tea catechin metabolites and their impact on peripheral blood mononuclear cells. **In: Journal Of King Saud University - Science**, v. 34, n. 4. 2022. P. 101976. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jksus.2022>>.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **In: Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 45, n. 4. 1997. P. 1390-1393. American Chemical Society (ACS). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1021/jf960282f>>.

LEMOS, M. R. B.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F.; ZAMBIAZI, R. C. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **In: Food Research International**, v. 48, n. 2. 2012. P. 592-597. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.05.027>>.

LIMA, D. S.; EGEA, M. B.; CABASSA, I. C. C.; ALMEIDA, A. B.; SOUSA, T. L.; LIMA, T. M.; LOSS, R. A.; VOLP, A. P.; VASCONCELOS, L. G.; DALL'OGGIO, E. L. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **In: LWT**, v. 137. 2021. P. 110467. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>>.

LIMA, D. C.; ALVES, M. R.; NOGUERA, N. H.; NASCIMENTO, R. P. A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential. **In: Future Foods**, v. 5. 2022. p. 100146. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100146>>.

LIN, J. T.; LIU, S. C.; HU, C. C.; SHYU, Y. S.; HSU, C. Y.; YANG, D. J. Effects of roasting temperature and duration on fatty acid composition, phenolic composition, Maillard reaction degree and antioxidant attribute of almond (*Prunus dulcis*) kernel. **In: Food Chemistry**, v. 190. 2016. P. 520-528. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.004>>.

MACAGNAN, F. T.; SILVA, L. P.; HECKTHEUER, L. H. Dietary fibre: the scientific search for an ideal definition and methodology of analysis, and its physiological importance as a carrier of bioactive compounds. **In: Food Research International**, v. 85. 2016. P. 144-154. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.04.032>>.

MACKIE, A.; BAJKA, B.; RIGBY, N. Roles for dietary fibre in the upper GI tract: the importance of viscosity. **In: Food Research International**, v. 88. 2016. P. 234-238. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2015.11.011>>.

MARIN, A. M. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Minerals, phytic acid and tannin contents of 18 fruits from the Brazilian savanna. **In: International Journal Of Food Sciences And Nutrition**, v. 60, n. 7. 2009. P. 180-190. Informa UK Limited. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1080/09637480902789342>>.

O'GRADY, J.; O'CONNOR, E. M.; SHANAHAN, F. Review article: dietary fibre in the era of microbiome science. **In: Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 49, n. 5. 2019. P. 506-515. Wiley. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1111/apt.15129>>.

OLIVEIRA-ALVES, S. C.; PEREIRA, R. S.; PEREIRA, A. B.; FERREIRA, A.; MECHA, E.; SILVA, A. B.; SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. **In: Food Research International**, v. 131. 2020. P. 109026. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109026>>.

PINELI, L. L. O.; CARVALHO, M. V.; AGUIAR, L. A.; OLIVEIRA, G. T.; CELESTINO, S. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; CHIARELLO, M. D. Use of baru (*Brazilian almond*) waste from physical

extraction of oil to produce flour and cookies. **In: Lwt - Food Science And Technology**, v. 60, n. 1. 2015. P. 50-55. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.035>>.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **In: Free Radical Biology And Medicine**, v. 26, n. 9-10. 1999. P. 1231-1237. Elsevier BV. Disponível em <[http://dx.doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3)>.

SANTIAGO, G. L.; OLIVEIRA, I. G.; HORST, M. A.; NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. **In: Food Science And Technology**, v. 38, n. 2. 2018. P. 244-249. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.36416>>.

SARDINHA, A. N.; CANELLA, D. S.; MARTINS, A. P. B.; CLARO, R. M.; LEVY, R. B. Dietary sources of fiber intake in Brazil. **In: Appetite**, v. 79. 2014. P. 134-138. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2014.04.018>>.

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. **In: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 1. 2019. P. 65-70. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n1p65-70>>.

SILVA, P. N.; DIAS, T.; BORGES, L.L.; ALVES-SANTOS, A. M.; HORST, M. A.; SILVA, M. R.; NAVES, M. M. V. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of baru almond and by-products evaluated under optimizing extraction conditions. **In: Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, v. 15, n. 4. 2020. p. 1-10. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v15i4a8530>>.

SIQUEIRA, A. P. S.; CASTRO, C. F. S.; SILVEIRA, E. V.; LOURENÇO, M. F. C. Chemical quality of Baru almond (*Dipteryx alata* oil). **In: Ciência Rural**, v. 46, n. 10. 2016. P. 1865-1867. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150468>>.

SIQUEIRA, A. P. S.; PACHECO, M. T. B.; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and bioactive compounds of partially defatted baru almond flour. **In: Food Science And Technology (Campinas)**, v. 35, n. 1. 2015. P. 127-132. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.6532>>.

SIQUEIRA, E. M. A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. S. B.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. **In: Food Research International**, v. 45, n. 1. 2012. P. 427-433. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.11.005>>.

SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C.; ALVES, A. M.; FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **In: Food Research International**, v. 44, n. 7. 2011. P. 2319-2325. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.013>>.

SOUZA, R. G. M.; GOMES, A. C.; CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. **In: Nutrition**, v. 55-56. 2018. P. 154-160. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2018.06.001>>.

UMESALMA, S.; SUDHANDIRAN, G. Ellagic acid prevents rat colon carcinogenesis induced by 1, 2 dimethyl hydrazine through inhibition of AKT-phosphoinositide-3 kinase pathway. **In: European Journal Of Pharmacology**, v. 660, n. 2-3. 2011. P. 249-258. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejphar.2011.03.036>>.

VIVAR-SIERRA, A.; ARAIZA-MACÍAS, M. J.; HERNÁNDEZ-CONTRERAS, J. P.; VERGARA-CASTAÑEDA, A.; RAMÍREZ-VÉLEZ, G.; PINTO-ALMAZÁN, R.; SALAZAR, J. R.; LOZA-MEJÍA, M. A. In Silico Study of Polyunsaturated Fatty Acids as Potential SARS-CoV-2 Spike Protein Closed Conformation Stabilizers: epidemiological and computational approaches. **In: Molecules**, v. 26, n. 3. 2021. P. 711. MDPI AG. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.3390/molecules26030711>>.

XU, B.; CHANG, S. K. C. Total Phenolics, Phenolic Acids, Isoflavones, and Anthocyanins and Antioxidant Properties of Yellow and Black Soybeans As Affected by Thermal Processing. **In:Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 56, n. 16. 2008. P. 7165-7175. American Chemical Society (ACS). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1021/jf8012234>>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO (org.). **Noncommunicable diseases**. 2021. Disponível em: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 11 ago. 2022.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Lipophilic and Hydrophilic Antioxidant Capacities of Common Foods in the United States. **In:Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v. 52, n. 12. 2004. P. 4026-4037. American Chemical Society (ACS). Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1021/jf049696w>>.

ZAHEDI, S. M.; ABDELRAHMAN, M.; HOSSEINI, M. S.; YOUSEFI, R.; TRAN, L. S. P. Physical and biochemical properties of 10 wild almond (*Amygdalus scoparia*) accessions naturally grown in Iran. **In:Food Bioscience**, v. 37. 2020. P. 100721. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100721>>.

ZHAO, L. Q.; SHAN, C. M.; SHAN, T. Y.; LI, Q. L.; MA, K. L.; DENG, W. W.; WU, J. W. Comparative transcriptomic analysis reveals the regulatory mechanisms of catechins synthesis in different cultivars of *Camellia sinensis*. **Food Research International**, v. 157. 2022. P. 111375. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111375>>.

CAPÍTULO 4

EFEITOS BENÉFICOS A SAÚDE DA INGESTÃO BARU (*Dipteryx alata* Vog.)

Stephani Borges Campos¹

Sibele Santos Fernandes²

Mariana Buranelo Egea³

Resumo

Da flora natural do bioma Cerrado, o baru (*Dipteryx alata* Vogel) é uma espécie frutífera de cultivo viável devido as condições de produção, com vasta cobertura territorial, sensorialmente agradável e com alto potencial nutricional e econômico. Nutricionalmente, o baru é fonte de carboidratos, proteínas, lipídios e minerais, além de possuir conteúdos de polifenóis e carotenoides. Geralmente, as amêndoas são destinadas ao consumo *in natura* ou extração do óleo, enquanto a polpa pode se tornar ingrediente para o preparo de produtos alimentícios. O baru possui nutrientes para compor uma dieta balanceada, porém uma atenção maior tem sido dada aos compostos bioativos menores, responsáveis por proporcionar atividade antioxidante. Os efeitos do consumo do baru na saúde são constantemente estudados, mostrando resultados promissores em relação a doenças metabólicas, estresse oxidativo, câncer, aterogênese, infecção microbiana e envenenamento por cobra. Tecnicamente, o baru tem potencial de aplicação em diversas áreas, na alimentação como ingrediente nutricional, microbiológica como fator antibacteriano e antioxidante, e energética para geração de energia, além de mostrar-se promissor na saúde.

Palavras-chave: Vitalidade; Metabolismo; Amêndoa.

4.1 – Introdução

O Cerrado, também chamado de savana tropical, é um *hotspot*, ou seja, é uma reserva de biodiversidade que está ameaçada de destruição. Considerado o segundo maior bioma do Brasil, em extensão, está distribuído nos estados da Bahia, Maranhão, Piauí, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, São Paulo, Distrito Federal, Paraná e Rondônia, abrigando as principais bacias hidrográficas e participando ativamente da produção agrícola (MYERS *et al.*, 2000; EMBRAPA, 2001; STRASSBURG *et al.*, 2017; PARENTE *et*

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: michelle.mlira@gmail.com

² Universidade Federal de Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Av Itália km 8, Carreiros 96203-900, Rio Grande, Brasil. E-mail: sibelecti@hotmail.com

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

al., 2021). O Cerrado possui uma biodiversidade variada de fauna e flora, atrás apenas da Amazônia (MYERS *et al.*, 2000; FANK-DE-CARVALHO *et al.*, 2015).

Da flora natural do bioma, o baru (*Dipteryx alata* Vogel) é uma espécie frutífera de cultivo favorável devido as viáveis condições de produção, com vasta cobertura territorial, sensorialmente agradável e com alto potencial nutricional e econômico (CORRÊA *et al.*, 2000; MAGALHÃES, 2014). O fruto tem uma fina parede aderida à polpa, com doçura e adstringência características. Há também uma parte firme e lenhosa que envolve a semente (amêndoa), que por sua vez é coberta por uma fina película, é rígida e apresenta sabor semelhante ao amendoim (FERNANDES *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Nutricionalmente, o baru é fonte de carboidratos, proteínas, lipídios e minerais, além de possuir conteúdos de polifenóis e carotenoides. O baru *in natura* apresenta a composição estrutural média de 41,9% de polpa (epicarpo e mesocarpo), 53,8% de endocarpo lenhoso e 4,3% de semente (MARTINS *et al.*, 2017). Carrazza e Avila (2010) avaliaram a composição da amêndoa de baru destacando proteínas e lipídios como os principais constituintes. Os nutrientes da amêndoa de baru são distribuídos na seguinte proporção: 23 – 30% proteína, 40% gordura (18% ácidos graxos saturados, 51% ácidos graxos monoinsaturados, 31% ácidos graxos poliinsaturados), 12% carboidratos, 12,5% fibras alimentares, além de níveis menores de minerais (CAMPIDELLI *et al.*, 2020b; SOUZA *et al.*, 2018b).

O baru tem sido avaliado como uma fonte natural para obtenção de óleo vegetal (SIQUEIRA *et al.*, 2016). A amêndoa de baru apresenta 50 – 53% de ácido oleico, 23 -25% de ácido linoleico, média de 5% de ácido palmítico, cerca de 5% de ácido esteárico e média de 4% de ácido araquidônico (FETZER *et al.*, 2018). Há uma recomendação de ingestão média de ácidos graxos poliinsaturados de 20 g por dia, pelas Diretrizes Dietéticas para os Americanos, logo, o consumo de 64 g de amêndoa de baru fornece 100% dessa quantidade (CAMPIDELLI *et al.*, 2020b).

Segundo estudo realizado por Vera e colaboradores (2009), as amêndoas de baru apresentam altas concentrações de cálcio, ferro e zinco. Testes de bioacessibilidade após digestão *in vitro* foram realizados apresentando os seguintes percentuais de recuperação mineral: cobre (16,7), ferro (21,4), manganês (80,3) e zinco (81,3) (GONÇALVES *et al.*, 2020).

O baru também é fonte de compostos bioativos, como carotenoides, compostos fenólicos e taninos (LIMA *et al.*, 2022). Siqueira *et al.* (2016) encontraram em sua pesquisa um teor total de carotenoides em torno de 11,40 µg/100 g de amêndoa de baru. Os teores de α -caroteno, β -caroteno e licopeno na amêndoa de baru foram descritos como 19,5, 20,7 e 15,1 µg/g, respectivamente (GONÇALVES *et al.*, 2020).

De acordo com Oliveira-Alves e colaboradores (2020), que trabalharam com a caracterização do extrato bruto e hidrolisado da amêndoa de baru foram encontrados 20 ácidos fenólicos e 6 taninos. Os principais fenólicos identificados em ambas as formas foram p-cumárico, ácido isoferúlico, ácido elágico, ácido gálico e derivados, como ésteres de ácido gálico e taninos gálicos. No fruto do baru, os responsáveis pela sua capacidade antioxidante são o ácido gálico, a catequina, o ácido ferúlico e os taninos (SANTIAGO *et al.*, 2018).

No geral, a importância do baru em um papel antioxidante diz respeito principalmente aos seus ácidos fenólicos, ácido fítico e composição do arranjo de taninos (CAMPIDELLI *et al.*, 2020c). De acordo com Campidelli *et al.* (2020b), os principais compostos bioativos menores encontrados no extrato etanólico da amêndoa de baru são: taninos (1,51 g/100 g), flavonoides totais (9,17 mg/100 g), vitamina C (39,14 mg/100 g) e antocianinas monoméricas (0,38 mg/100 g).

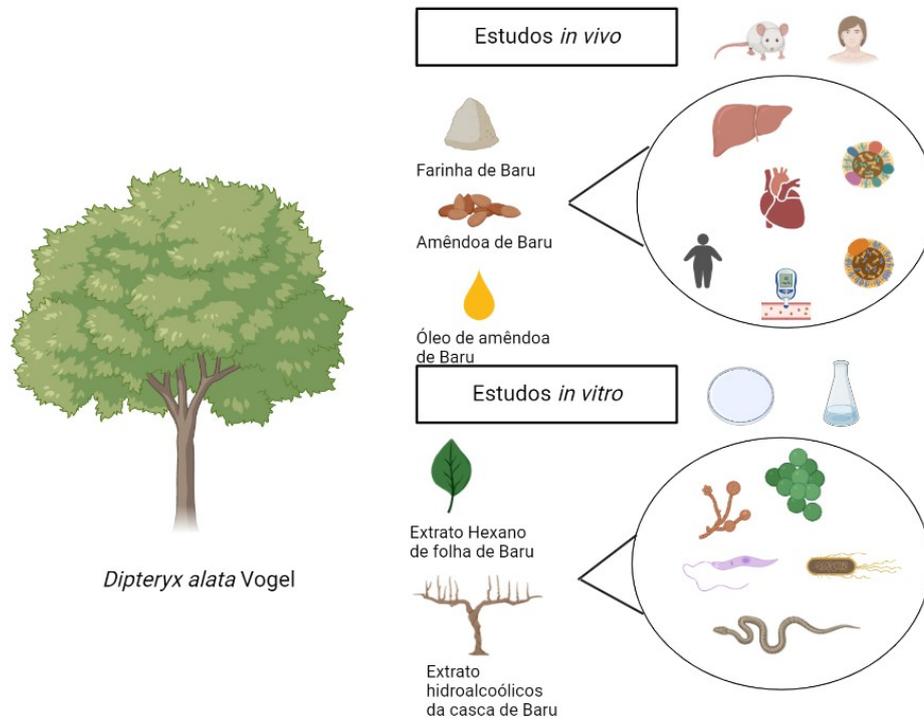
Visto sua composição promissora, a espécie pode ser potencialmente utilizada na melhora das doenças metabólicas (SOUZA *et al.*, 2018), estresse oxidativo (SOUZA *et al.*, 2019), câncer (OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020), infecções microbianas (RIBEIRO *et al.*, 2014) e até envenenamento por serpente (FERRAZ *et al.*, 2012);

O baru, seus extratos e/ou seus compostos bioativos demonstraram nenhuma ou baixa citotoxicidade ou genocidade (ESTEVEZ-PEDRO *et al.*, 2011, 2012; RIBEIRO *et al.*, 2014) e podem ser usados para melhorar o bem-estar geral e prevenir ou tratar doenças transmissíveis e não transmissíveis. De acordo com LIMA *et al.* (2022), um total de 19 publicações da literatura, no período de 2010 a 2021, demonstraram os efeitos diretos da planta de baru na saúde. As investigações estão expostas de maneira equilibrada entre *in vitro* (7), protocolos animais (7) e humanos (5). Os estudos que testam a amêndoa torrada do baru ou seus produtos, farinha e extrato, correspondem à maioria. Outras porções testadas menos constantemente compreendem a casca e a polpa da fruta, as folhas e a casca da árvore.

Os efeitos da planta do baru são detalhados visualmente na Figura 4.1. Até o momento, o baru tem revelado potenciais benefícios contra condições ou doenças metabólicas (RAVAGNANI *et al.*, 2012; BENTO *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2017; REIS *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2018, 2019), infecção microbiana (RIBEIRO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2017), envenenamento por veneno de serpente (FERRAZ *et al.*, 2012, 2014; NAZATO *et al.*, 2010; PUEBLA *et al.*, 2010), doença renal crônica (SCHINCAGLIA *et al.*, 2020, 2021), câncer colorretal (OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020) e estresse oxidativo (SIQUEIRA *et al.*, 2021). O baru ainda tem sido correlacionado a efeitos antiaterogênese (FIORINI *et al.*, 2017) e gastroprotector (CRUZ *et al.*, 2019). Desta forma, o objetivo deste

capítulo foi reportar os efeitos benéficos à saúde humana relatados na literatura até o presente momento.

Figura 4.1. Potencial da planta do baru (*Dipteryx alata* Vogel) e os efeitos na saúde



Fonte: O autor

4.2 – Uso popular do baru

O baru é largamente conhecido e utilizado na medicina popular. No estudo realizado por Ribeiro *et al.*, (2017) foi feito um levantamento entre ribeirinhos da microrregião Norte Araguaia (Mato Grosso/Brasil) para avaliar o uso comum do baru. Neste estudo, foi identificado que o baru é popularmente utilizado para infecções, depurativo, colesterol alto, diabetes, hemorragia, trombose, sinusite, gastrite, infecção intestinal, cálculos biliares, úlceras, dores nas costas, dores musculares, osteoporose, reumatismo, corrimento vaginal, diurético, dores renais, impotência sexual, infecção do útero e ovário, infecção vaginal, menstruação prolongada, próstata, cicatrização de ferida, picada de cobra e para a memória.

Ribeiro e colaboradores (2017) abordaram diferentes tipos de doenças e problemas relacionados à saúde, obtendo como resultado que a espécie do baru foi a mais citada pelos entrevistados para tratar doenças do sistema músculo esquelético e do tecido conjuntivo. As partes da planta mais utilizadas para fins medicinais foram a casca na forma de macerado aquoso, folhas de infusão, e o óleo extraído da semente.

Até o momento, não existem estudos que avaliem experimentalmente os potenciais efeitos farmacológicos do baru em apoio a esse uso popular. Porém, estudos fitoquímicos em extrato de casca de baru evidenciaram a presença de metabólitos secundários como triterpenóides do tipo lupano e isoflavonóides (PUEBLA *et al.*, 2010). Já a presença de taninos, flavonoides, triterpenos, esteroides (FERRAZ *et al.*, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2014), cumarinas, quinonas, alcaloides, saponinas (RIBEIRO *et al.*, 2014), lupeol e ácido betulínico (FERRAZ *et al.*, 2015) têm sido relatados a partir do extrato hidroetanólico das folhas do baru.

4.3 – Uso de baru em condições ou doenças metabólicas

O ganho de peso e a obesidade representam risco elevado para alteração do perfil lipídico ou dislipidemia. As doenças cardiovasculares são as consequências finais mais ligadas a obesidade e dislipidemia (PIRILLO *et al.*, 2021). O baru pode ter um papel metabólico benéfico em pessoas saudáveis, contribuindo na prevenção de dislipidemia e doenças cardiovasculares (LIMA *et al.*, 2022), como apresentado na Tabela 4.1.

Os estudos realizados por Cruz *et al.* (2019) e Fiorini *et al.* (2017) demonstraram que dietas enriquecidas com farinha de amêndoa de baru (14 e 40%, respectivamente) por 14 e 40 dias, respectivamente, foram capazes de melhorar o perfil lipídico sérico de ratos saudáveis, aumentando a lipoproteína de alta densidade (HDL) e diminuindo a lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), colesterol total (CT) e triglicérides (TG). Fiorini *et al.* (2017) ainda relataram que a amêndoa de baru pode demonstrar um papel cardioprotetor, pois reduz os índices de risco aterogênico e cardíaco, apesar de não ser feito estudo aplicado diretamente nas doenças cardiovasculares.

O consumo da amêndoa de baru pode ser favorável em condições ou doenças metabólicas já instaladas. Estudos realizados até o momento indicam que a farinha de amêndoa de baru, suplementada em proporções variáveis na dieta (8% e 35%) por oito a nove semanas, respectivamente, pode auxiliar a impedir ou a tratar a obesidade induzida por dieta hiperlipídica, melhorando o HDL, diminuindo peso corporal e níveis séricos de glicose, VLDL, LDL, CT e TG (ARAÚJO *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2015).

Mais significativamente, nos estudos desenvolvidos por Bento *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2018) foram utilizados ensaios randomizados controlados com placebo com duração de 6 e 8 semanas de intervenção com 20g/dia, respectivamente, para entender o papel da amêndoa de baru em indivíduos com hipercolesterolemia leve e obesidade, respectivamente. Os autores verificaram que os efeitos foram positivos, com redução da adiposidade da cintura e melhoras

dos níveis séricos de HDL, LDL e CT, apesar de não serem observados benefícios metabólicos.

Os resultados dos estudos desenvolvidos indicam o potencial do baru contra o aumento de lipídios no sangue de indivíduos com obesidade e com hipercolesterolemia. Os benefícios por trás dos efeitos apresentados nos estudos estão ligados, como sugerido pelas pesquisas mencionadas, com o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente o ácido oleico presente nas amêndoas de baru (LIMA *et al.*, 2022). Porém, embora o ácido oleico seja especulado para melhorar a saúde do sangue, isso pode ser questionável, pois alimentos como amendoim e azeite extra-virgem, testados em estudos experimentais, também podem ser fontes de polifenóis e outros compostos bioativos menores (DEL MONACO *et al.*, 2015; ORSAVOVA *et al.*, 2015; TUTUNCHI *et al.*, 2020). Os ensaios realizados por Bento *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2018, 2019) não quantificaram as moléculas menores da amêndoa de baru, porém, alguns estudos indicam que a amêndoa pode ser uma fonte interessante de ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e tocoferóis (LEMOS *et al.*, 2012; MARQUES *et al.*, 2015).

Tabela 4.1. Efeitos do baru (*Dipteryx Alata* Vogel) na obesidade e dislipidemia encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura

Produtos	Modelo experimental	Dosagem/Período	Resultados	Referência
Amêndoa torrada	Dislipidemia; 20 adultos com colesterol total de concentração mínima de 4,9 mmol/L randomizados cruzados controlados por placebo	20 g/dia, 6 semanas	↓ CT, LDL, não HDL	Bento <i>et al.</i> (2014)
Farinha de amêndoa de baru	Obesidade; ratos Wistar machos, dieta hiperlipídica	5,38% na dieta (farinha), prevenção, 9 semanas	↑ HDL, ↓: peso corporal final, CT e TG	Fernandes <i>et al.</i> (2015)
Farinha de amêndoa de baru	Obesidade; camundongos suíços machos, dieta rica em glicose	8,2% na dieta (farinha), tratamento, 8 semanas	↓ glicemia, TG, peso corporal	Araújo <i>et al.</i> (2017)
Amêndoa torrada	Obesidade; 46 mulheres adultas com sobrepeso ou obesidade, estudo randomizado controlado por placebo	20 g ou 15 unidades/dia, 8 semanas	↑ HDL, MUFA de plasma, Gpx de plasma, cobre de plasma, cobalto de plasma. ↓: circunferência da cintura, CETP plasmática	Souza <i>et al.</i> (2018); Souza <i>et al.</i> (2019)
Extrato de baru	Obesidade: Ratos Wistar (sexo não mencionado), dieta hiperlipídica	Quantidade não clara (extrato etéreo) na dieta, tratamento, 8 semanas	Sem efeitos significativos	Ravagnani <i>et al.</i> (2012)

CT: Colesterol total; LDL: Lipoproteína de baixa densidade; HDL: Lipoproteína de alta densidade; TG:Triglicerídeos; MUFA: Ácidos graxos monoinsaturados; GPx: Glutathiona peroxidase; CETP: Proteína de transferência de éster de colesterol.

Fonte: O autor

4.4 – Uso de baru em infecções microbianas

As terapias farmacológicas convencionais para tratar infecções microbianas podem perder sua eficiência devido à resistência microbiana ao medicamento (PONTE-SUCRE *et al.*, 2017; WIEDERHOLD., 2017; POIREL *et al.*, 2018; CAPELA *et al.*, 2019). Como solução para tal entrave, novas moléculas biologicamente ativas, abrangendo produtos vegetais, têm sido propostas como opções terapêuticas alternativas que poderiam evitar a resistência aos medicamentos, sendo o baru um exemplo com potencial antimicrobiano *in vitro* (RIBEIRO *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2017), como demonstrado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Efeitos do baru (*Dipteryx Alata* Vogel) em infecções microbianas encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura

Produtos	Modelo experimental	Dosagem/período	Resultados	Referência
Folha; extratos etanólicos e hexânicos	Infecção parasitária <i>in vitro</i> (<i>Leishmania amazonenses</i>)	0,08, 0,16, 3 e 5 µg/mL, 48h	↓ carga parasitária (dependente da dose)	Ribeiro <i>et al.</i> (2014)
Extratos hidroetanólicos da casca	Infecção bacteriana e fúngica <i>in vitro</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e <i>Candida albicans</i>	50 µL, 24 h (bactérias) ou 42 h (fungos)	Alta atividade inibitória contra <i>Staphylococcus aureus</i> leve contra <i>E. coli</i>	Santos <i>et al.</i> (2017)
Polpa; extratos hidroetanólicos	Infecção bacteriana e fúngica <i>in vitro</i> : <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> e <i>Candida albicans</i>	50 µL, 24 (bactérias) ou 42 h (fungos)	Alta atividade inibitória contra <i>Staphylococcus aureus</i>	Santos <i>et al.</i> (2017)

Fonte: O autor

No estudo de Ribeiro *et al.* (2014), foi demonstrado que o extrato hexânico das folhas do baru possuem alta capacidade de inibição contra promastigotas de fase estacionária de *Leishmania amazonensis*, além de promover redução dose-dependente de parasitas internalizados em macrófagos. Os benefícios do baru contra a infecção por *L. amazonensis* parecem estar associados ao conteúdo de flavonoides, taninos e/ou triterpenoides (RIBEIRO *et al.*, 2014). Santos *et al.* (2017) investigaram a capacidade antimicrobiana de extratos hidroalcolólicos de casca, polpa e semente do baru contra *Staphylococcus aureus*, *Echerichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Candida albicans*. Com exceção de *P. aeruginosa*, os extratos de baru mostraram capacidade de inibir as zonas infectadas *in vitro*. Os extratos da

casca e da polpa de baru parecem ser agentes antimicrobianos mais promissores do que a amêndoa, porém não foram realizadas análises de caracterização dos extratos para explicar a origem da atividade antimicrobiana.

4.5 – Uso de baru em envenenamento por serpente

As picadas de cobra são um grave problema de saúde pública em muitas regiões do mundo (GUTIÉRREZ *et al.*, 2015). Dados indicam que, em todo o mundo, ocorrem entre 1,2 e 5,5 milhões de acidentes ofídicos por ano, levando entre 25.000 e 125.000 mortes (KASTURIRATNE *et al.*, 2018). Devido ao alto custo, baixa disponibilidade e, às vezes, baixa eficácia das terapias tradicionais com soro antiofídico, produtos vegetais naturais têm sido postulados com novas opções interessantes e promissoras (LIMA *et al.*, 2022). As serpentes de maior importância clínica pertencem às famílias Elapidae e Viperidae (WARREL, 2012). Bioquimicamente, os venenos são misturas complexas de proteínas e polipeptídeos farmacologicamente ativos, e as toxinas mais comuns no veneno são metaloproteínases (SVMs), fosfolipases A₂ (PLA₂s), serinoproteínases (SVSPs), acetilcolinesterases (AChE), L-aminoácido oxidases (LAOs), nucleotídeos e hialuronidases (KANG *et al.*, 2011).

As propriedades biológicas dos componentes do veneno de serpente são específicas a cada espécie, mas, geralmente, os principais efeitos clínicos do envenenamento por serpentes são danos teciduais locais, distúrbios de coagulação, alterações cardiovasculares, alterações renais, ação neurotóxica, rabdomiólise generalizada com mioglobínúria e hemólise intravascular (GUTIÉRREZ E LOMONTE, 1989; WARRELL, 2012).

O tratamento específico para acidentes ofídicos disponível é a soroterapia antiofídica, que consiste em um pool de imunoglobulinas neutralizantes, ou fragmentos de imunoglobulinas, purificados do plasma de animais hiperimunizados contra venenos de serpentes ou toxinas específicas. Sua eficácia consiste em sua capacidade de fornecer ao paciente anticorpos com alta afinidade ao veneno ofídico, visando eliminar as toxinas responsáveis pela toxicidade do envenenamento, mitigando a progressão dos efeitos tóxicos induzidos pelos componentes do veneno ofídico (GUTIÉRREZ *et al.*, 2011). Porém, o antiveneno apresenta algumas limitações, como baixa capacidade de tratamento dos efeitos locais, risco de reações imunológicas, alto custo e dificuldade de acesso em algumas regiões (LÉON *et al.*, 2013). Se a administração do antiveneno for iniciada rapidamente após o envenenamento, a neutralização dos efeitos sistêmicos geralmente é alcançada com sucesso; no entanto, a neutralização do dano tecidual local é mais difícil (GUTIÉRREZ E LOMONTE, 1989).

A busca por terapias complementares para o tratamento de acidentes ofídicos é relevante e as plantas medicinais podem ser destacadas como uma rica fonte de inibidores naturais e compostos farmacologicamente ativos (GUIMARÃES *et al.*, 2014; SHABBIR *et al.*, 2014). O Brasil é um dos países que se destaca no uso e pesquisa de plantas antiofídicas. A mamona (*Ricinus communis*), a mandioca (*Manihot esculenta*) e o pinhão-manso (*Jatropha curcas*) são exemplos de plantas medicinais nativas tradicionalmente aplicadas, porém plantas novas e subvalorizadas têm mostrado potencial antiveneno (FÉLIX-SILVA *et al.*, 2017). Os estudos do grupo de pesquisa brasileiro liderado por Yoko Oshima-Franco indicam o potencial antiofídico da planta de baru. Os pesquisadores testaram *in vitro* diferentes extratos e compostos bioativos isolados da casca do baru contra os venenos das serpentes sul-americanas jararacuçu (*Bothrops jararacussu*) e cascavel (*Crotalus durissus terrificus*), encontrando principalmente resultados positivos em relação ao combate ao veneno (FERRAZ *et al.*, 2012, 2014; NAZATO *et al.*, 2010; PUEBLA *et al.*, 2010), como demonstrado na Tabela 4.3.

Nazato *et al.* (2010) e Puebla *et al.* (2010) testaram os extratos da casca de baru em veneno de cobra (diclorometano, acetato de etila, hexano, hidroetanólico, metanol). As frações diclorometano, hidroetanólica e metanólica foram capazes de diminuir significativamente o bloqueio neuromuscular induzido pelo veneno da jararacuçu. O extrato metanólico apresentou capacidade protetora neuromuscular entre 95-100 % em ambos os estudos, reduzindo ainda a mionecrose. O extrato diclorometano e hidroetanólico revelaram conter polifenóis (isoflavonas e ácido fenólico), triterpenóides e taninos, o que provavelmente contribuiu para o efeito encontrado.

Estudos posteriores testaram os compostos bioativos mais elevados presentes nos extratos de baru. Em ordem do menor para o de maior eficiência: os triterpenóides isolados lupenona, 28-OH-lupenona, betulina, lupeol e isoflavona 7,8,3'-triidroxí-4'-metoxiisoflavona mostraram entre 48 e 84% de proteção contra o bloqueio neuromuscular causada pelo veneno de jararacuçu (FERRAZ *et al.*, 2012, 2014). Ademais, pela primeira vez, os produtos da planta do baru mostraram também capacidade inibitória contra o veneno de cascavel. Lupenona e betulina, protegeram parcialmente contra danos musculares (FERRAZ *et al.*, 2012, 2014). A betulina tem demonstrado eficácia contra danos neuromusculares *in vitro* e miotoxicidade *in vivo* causada por jararacuçu (FERRAZ *et al.*, 2015). Já o lupeol, pode inibir parcialmente os efeitos dos venenos botrópicos e de *Krait* (*Bungarus sindanus*) ao se ligar a proteínas tóxicas e prejudiciais (AHMAD *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2021).

Os estudos realizados até o momento indicam o alto potencial do extrato metanólico do baru e dos triterpenóides extraídos da casca do baru contra a intoxicação por veneno de cobra (LIMA *et al.*, 2022).

4.6 – Uso de baru em doença renal crônica e saúde gastrointestinal

Os efeitos da amêndoa de baru foram investigados recentemente contra a doença renal crônica (DRC) (Tabela 4.4). Schicaglia *et al.* (2020, 2021) realizaram um ensaio clínico randomizado para testar os efeitos de 5 g/dia de óleo de amêndoa de baru, em pacientes em hemodiálise. A intervenção teve duração de 12 semanas, porém os autores não observaram resultados significativos, pois o óleo de amêndoa de baru não melhorou parâmetros ligados a DRC (ureia, potássio e fósforo), estresse oxidativo (catalase, superoxidase dismutase, malondialdeído) ou níveis séricos (HDL, LDL, TC, VLDL). Os efeitos do óleo limitaram-se à redução da proteína C reativa sérica (PCR), um marcador inflamatório, e à melhora da função intestinal, relatada pelos participantes.

No estudo desenvolvido por Fiorini *et al.* (2017), em ratos saudáveis que receberam farinha de amêndoa de baru por 40 dias, foi observado uma redução nos níveis de PCR. Recentemente, em uma metanálise baseada em ensaios clínicos, os alimentos ricos em ácido oleico mostraram reduzir significativamente a PCR sérica (WANG *et al.*, 2020).

Tabela 4.3. Efeitos do baru (*Dipteryx Alata* Vogel) no envenenamento por serpente encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura

Produto Baru	Modelo experimental	Dosagem/ Período	Resultados	Referência
Casca (árvore): (1)hexano, diclorometano, acetato de etila e metanol derivados de um extrato hidroetanólico	Intoxicação por veneno de cobra (<i>in vitro</i>) <i>Bothrops jararacussu</i> (1 e 2) ou <i>Crotalus durissus terrificus</i> (2)	50 µg/mL, 30 min	↓ bloqueio neuromuscular: 98% (diclorometano),95% (metanol) e 80% (acetato de etila)	Nazato <i>et al.</i> (2010) e Puebla <i>et al.</i> (2010)
Casca (árvore): (2)os mesmos quatro solventes e um extrato hidroetanólico derivado.	Intoxicação por veneno de cobra (<i>in vitro</i>) <i>Bothrops jararacussu</i> (1 e 2) ou <i>Crotalus durissus terrificus</i> (2)	50 µg/mL, 30 min	2. <i>Bothrops jararacussu</i> – extrato de metanol (95-100%) diclorometano (~15%) capacidade neuroprotetora muscular; ↓ bloqueio neuromuscular tempo- dependente (extrato hidroetanólico); lesão das fibras (extrato metanólico)	
Casca (árvore):triterpenóides isolados lupeol, lupenone, 28-OH- lupenone e betulin	Intoxicação por veneno de cobra(<i>in vitro</i>) <i>Bothrops jararacussu</i> e <i>Crotalus durissus terrificus</i>	200 µg/mL, 30 min	<i>Bothrops jararacussu</i> ↓ bloqueio neuromuscular (lupeol 70%, betulina 68%, 28-OH-lupenona 54%, lupenona 45%), índice de miotoxicidade (betulina +lupeol). <i>Crotalus durissus terrificus</i> : ↓ bloqueio neuromuscular (lupenona 49%, betulina 39,5%), índice de miotoxicidade (betulina +lupenona)	Ferraz <i>et al.</i> (2012)

Fonte: O autor

Tabela 4.4. Efeitos do baru (*Dipteryx Alata* Vogel) em doença renal crônica e saúde gastrointestinal encontrados em artigos científicos disponíveis na literatura

Produto Baru	Modelo experimental	Dosagem período	Resultado	Referência
Farinha de amêndoa de baru	Gastroprotetor; ratos Wistar machos saudáveis.	14% na dieta (farinha ou sobremesas lácteas enriquecidas com farinha), 2 semanas	↑ HDL, proteína total. ↓ TG, VLDL.	Da Cruz <i>et al.</i> (2019)
Óleo de baru	Doença renal crônica: 29 ou 35 pacientes adultos/idosos em hemodiálise, randomizados duplo ou simples-cego, controlados por placebo ou não	5 g ou 10 cápsulas/dia (óleo), suplemento dietético, tratamento, 12 semanas	↓ PCR plasmática, ingestão de PUFA, esforço no escore de evacuação, autopercepção de constipação.	Schincaglia <i>et al.</i> (2020) e Schincaglia <i>et al.</i> (2021)

HDL: Colesterol de alta densidade; VLDL: Lipoproteína de densidade muito baixa; TG: Triglicerídeos; PCR: Proteína C reativa; PUFA: Ácido graxos poliinsaturados.

Fonte: O autor

O estudo de Schincaglia *et al.* (2021) não foi o único que encontrou resultados positivos na função intestinal. Da Cruz *et al.* (2019), ao fornecer sobremesas lácteas enriquecidas com 14% de farinha de baru por duas semanas para ratos saudáveis, observaram que houve uma regulação nas alterações causadas pelo consumo de grande quantidade de leite (43% na dieta), aumentando o tempo médio de esvaziamento gástrico, tempo de chegada ao ceco e tempo de trânsito pelo intestino delgado. Como uma fonte interessante de fibras alimentares totais ($\pm 14\%$), a farinha de amêndoa de baru tem capacidade de melhorar a função gastrointestinal e possivelmente constipação crônica, mesmo quando associada à dieta desregulada. Ademais, ao retardar a digestão e absorção de nutrientes, o baru pode aumentar os mecanismos de antiobesidade, antidislipidemia e antidiabetes (DA CRUZ *et al.*, 2019).

Outra evidência dos efeitos do baru na saúde gastrointestinal foi demonstrada por Oliveira-Alves *et al.* (2020). Os extratos hidrometanólicos brutos e hidrolisados ricos em polifenóis de amêndoa de baru reduziram consideravelmente o crescimento celular da linhagem CRC HT₂₉ *in vitro*. O extrato bruto foi testado contra um marcador de células iniciadoras de tumor, a aldeído desidrogenase 1 (ALDH₁), diminuindo significativamente os níveis de ALDH₁ em comparação com células controle ou células tratadas com mistura de derivados de ácido gálico, revelando ser um produto potencial contra o desenvolvimento de tumores e metástase. Devido à redução da atividade da ALDH₁, o extrato hidrometanólico do

baru também pode ser usado para evitar a resistência à quimioterapia e à radioterapia (VINOGRADOV e WEI, 2012).

4.7 – Uso de baru contra o estresse oxidativo

O baru também tem sido sugerido contra os efeitos diretos do estresse oxidativo. Siqueira *et al.* (2012) avaliaram as consequências de 10% de farinha de amêndoa de baru na dieta de ratos Wistar com estresse oxidativo induzido por ferro. Após 17 dias de tratamento, os animais que receberam a farinha de amêndoa de baru obtiveram a redução dos níveis de carbonila no fígado, coração e baço, em comparação ao grupo sem intervenção. Os níveis de carbonila aumentam após a oxidação de proteínas teciduais e são considerados um biomarcador geral da oxidação de proteínas, incluindo diabetes e doenças inflamatórias intestinais (LIMA *et al.*, 2022). Os efeitos positivos encontrados por Siqueira *et al.* (2012), entretanto, limitaram-se à análise de carbonilas, pois os autores não encontraram dados significativos sobre outros parâmetros, como oxidação lipídica e enzimas antioxidantes.

Outros achados isolados dos efeitos positivos da amêndoa de baru no estresse oxidativo incluem a redução dos níveis de malonaldeído (fígado e aorta) e aumento dos níveis de glutathione peroxidase (soro) (FERNANDES *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2019). Enzimas antioxidantes como catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase têm um papel importante na redução do estresse oxidativo (FERNÁNDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2011). As reações de dismutação do superóxido (íon superóxido em peróxido de hidrogênio) catalisadas pela superóxido dismutase e a conversão do peróxido de hidrogênio em água pela glutathione peroxidase e catalase são essenciais para prevenir o dano oxidativo celular (SFAR *et al.*, 2013).

Fernandes *et al.* (2015) avaliaram o efeito da amêndoa de baru e da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) no perfil lipídico sérico e na peroxidação lipídica hepática em ratos alimentados com dieta hiperlipídica. O consumo da castanha do Brasil e a amêndoa de baru preveniram a hiperlipidemia e a peroxidação lipídica no tecido hepático de ratos alimentados com dietas hiperlipídicas, sugerindo um papel protetor desses alimentos contra a alta ingestão de gordura saturada e colesterol. O estudo revelou maiores teores de vitamina E no fígado dos animais tratados com amêndoa de baru e castanha do Brasil (FERNANDES *et al.*, 2015). A vitamina E pode bloquear o início e inibir a propagação da peroxidação lipídica, como um antioxidante eficaz *in vivo* (NIKI, 2014). Uma possível explicação para os níveis menores de glutathione em animais tratados com amêndoa de baru e castanha do Brasil estaria

relacionado com a utilização da glutathione na recuperação da vitamina E (FERNANDES *et al.*, 2015). A glutathione tem papel importante na neutralização de peróxidos e na proteção das células contra o estresse oxidativo (NIKI, 2014).

Reis *et al.* (2018) avaliaram o perfil de ácidos graxos e os efeitos do óleo de baru no fígado e na aorta em um modelo murino de dislipidemia. O tratamento com óleo de baru induziu repercussões positivas na estrutura do fígado, principalmente na atenuação da degeneração balonística dos hepatócitos e da esteatose. A degeneração balonística foi a principal manifestação patológica atenuada pelo tratamento com óleo de baru. Os resultados indicaram que o óleo de baru possui uma composição benéfica de ácidos graxos (monoinsaturados e poliinsaturados) com alto valor energético. Ao restringir a peroxidação lipídica vascular e danos morfológicos hepáticos em um modelo murino de dislipidemia e lipotoxicidade, o óleo de baru demonstrou potencial aplicabilidade como alimento funcional.

Outro efeito do baru foi observado por Souza *et al.* (2019), que avaliou se o consumo de 20 g de amêndoa de baru por 8 semanas em mulheres com sobrepeso e obesidade melhoraram o estado inflamatório e antioxidante. A pesquisa evidenciou que houve o aumento da glutathione peroxidase e dos níveis plasmáticos de cobre. Enzimas antioxidantes como catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase tem um papel importante na redução do estresse oxidativo e na inibição da inflamação à obesidade (FERNÁNDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2011).

4.8 – Considerações finais

Os estudos realizados até o momento indicam o alto potencial do baru em relação aos atributos de saúde. Estudos experimentais *in vivo* são necessários para avançar nas pesquisas sobre envenenamento por serpentes e infecções microbianas. No geral, as pesquisas sugerem que o consumo de amêndoa de baru tem um benefício a saúde, além de ser um potencial agente farmacológico natural.

Referências

- AHMAD, M.; WEBER, A. D.; ZANON, G.; TAVARES, L. C.; ILHA, V.; DALCOL, I. I.; MOREL, A. F. Inhibitory and enzyme-kinetic investigation of chelerythrine and lupeol isolated from *Zanthoxylum rhoifolium* against krait snake venom acetylcholinesterase *J. Braz. Chem. Soc.*, 25 (1) 2014, pp. 98-103
- ALVES, S. C. O.; PEREIRA, R. S.; FERREIRA, A.; MECHA, E.; SILVA, A. B.; SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional

value, volatile and a phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. *Food Res. Int.*, 131 2020

ARAÚJO, A. C. F.; ROCHA, J. C.; PARAISO, A. F.; FERREIRA, A. V. M.; SANTOS, S. H. S.; DE PINHO, L. Consumption of baru nuts (*Dipteryx alata*) in the treatment of obese mice. *Ciência Rural*, 47 (2) 2017, pp.2015-2018

BENTO, A.; COMINETTI, C.; SIMÕES FILHO, A.; NAVES, M. Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: a randomized, controlled, crossover study. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 24 (12)2014, pp. 1330-1336

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUZA, E. C.; MAGALHÃES, M. L.; DOS REIS, G. L.; VILAS BOAS, E. V. B. Fatty acid profile, mineral content and bioactive compounds of cocoa spreads supplemented with baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.). *Grasas Aceites*, 71 (4) 2020, pp.1-12

CAPELA, R.; MOREIRA, R.; LOPES, F. An overview of drug resistance in protozoal diseases. *Int. J. Mol. Sci.*, 20 (22) 2019

CORRÊA, G. de C.; NAVES, R. V.; DA ROCHA, M. R.; ZICA, L. F. Caracterização física de frutos de baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos Cerrados do Estado de Goiás. *Pesquisa Agropectária Trop.*, 30 (2) 2000, pp. 5-11

CRUZ, P. N. da.; GAMA, L. A.; AMÉRICO, M. F. PERTUZATTI, P. B. Baru (*Dipteryx alata* Vogel) almond and dairy desserts with baru regulates gastrointestinal transit in rats. *J. Food Process. Preserv.* (11) 2019, p. 43.

CARRAZZA, L.; AVILA, J. Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru. *Manual*, 2010

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUZA, E. C.; MAGALHÃES, M. L.; NUNES, E.E. C.; FARIA, P. B.; FRANCO, M.; BOAS, E. V. B. V. Effects of drying processo n the fatty acid contente, phenolic profile, tocopherols and antioxidant activity of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.). *Grasas Aceites*, 71 (1) 2020, pp. 1-11

DE SOUZA, R. G. M.; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*, 55-56, 2018, pp. 1865-1867

DA CRUZ, P. N.; GAMA, L. A.; AMERICICO, M. F.; PERTUZATTI, P. B. Baru (*Dipteryx alata* Vogel) almond and dairy desserts with baru regulates gastrointestinal transit in rats. *J. Food Process. Preserv.* (11) 2019, p. 43

DE OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; DEVILLA, I. A.; Mechanical properties of baru fruit (*Dipteryx alata* Vogel). *Semina: Ciências Agrarias*, 38 (1) 2017, pp. 185-196

DE SOUZA, R. G. M.; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*, 55-56 (2018), pp. 154-160

DE SOUZA, R. G.M.; GOMES, A. C.; NAVARRO, A. M.; DA CUNHA, L. C.; SILVA, M. A. C.; JUNIOR, F. B.; MOTA, J. F. Baru almonds increase the activity of glutathione peroxidase in overweight and obese women: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 11 (8) 2019

DE SOUZA, R. G. M.; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrition*, 55-56 (2018), pp. 154-160

DEL MONACO, G.; OFFICIOSO, A.; D'ANGELO, S.; LA CARA, F.; IONATA, E.; MARCOLONGO, L.; SQUILLACI, G.; MAURELLI, L.; MORANA, A.; Characterization of extra virgin olive oils produced with typical Italian varieties by their phenoloc profile. *Food Chem.* 2015

DOS SANTOS, F. B.; RAMOS, M. I. L.; MIYAGUSKU, L. Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts from genipap, baru and trauma. *Ciencia Rural* (8) 2017, p.47

EMBRAPA *Tecnologias de produção de soja- Região Central do Brasil- 2001-2002.* 267

ESTEVES-PEDRO, M. N.; BORIM, T.; NAZATO, V. S.; SILVA, M. G.; LOPES, P. S.; DOS SANTOS, M. G.; BELO, C. A. D.; CARDOSO, C. R. P.; VARANDA, E. A.; GROPPPO, F. C.;

GERENUTTI, M.; OSHIMA-FRANCO, Y. *In vitro* and *in vivo* safety evaluation of *Dipteryx alata* Vogel extract. *BMC Complement. Altern. Med.*, 12 (2012), p.9

FANK-DE-CARVALHO, S. M.; SOMAVILLA, N. S.; BÁO, M. S.M. *Plant Structure in the Brazilian neotropical savannah species Biodiversity in Ecosystems – Linking Structure and Function 2015*

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. *J. Sci. Food Agric.*, 90 (10) (2010), pp. 1650-1655.

FERNADES, D.; ALVES, A.; CASTRO, G.; JUNIOR, A. J.; NAVES, M. M. Effects of baru almond and Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress *in vivo*. *J Food Res.*, 4 (4) 2015, p. p38

FERRAZ, M.; PARRILHA, L. A. C.; MORAIS, M. S. D.; AMARAL FILHO, J.; COGO, J. C.; SANTOS, M. G. dos.; FRANCO, L. M.; GROPPPO, F. C.; PUEBLA, P.; SAN FELICIANO, A.; OSHIMA-FRANCO, Y. The effect of lupane triterpenoids (*Dipteryxalata* Vogel) in the *in vitro* neuromuscular blockade and myotoxicity of two snake venoms. *Curr. Org. Chem.*, 16 (22) 2012, pp.2717-2723

FELIX-SILVA, J.; SILVA-JUNIOR, A. A.; ZUCOLOTTTO, S. M.; FERNANDES-PEDROSA, M. D. F. Medicinal plants for the treatment of local tissue damage induced by snake venoms: an overview from traditional use to pharmacological evidence. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2017

FERNÁNDEZ-SANCHEZ, A.; MADRIGAL-SANTILLÁN, E.; BAUTISTA, M.; ESQUIVEL-SOTO, J.; MORALES-GONZÁLEZ, A.; DURANTE-MONTIEL, I.; FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata* Vogel) seed oil using compressed solvents technology. *J. Supercrit. Fluids*, 137 (2018) pp. 23-33

SÁNCHEZ-RIVERA, G.; VALADEZ-VEJA, C.; MORALES-GONZÁLEZ, J. A. Inflammation oxidative stress, and obesity. *Int. J. Mol. Sci* 2011, 12, 3117-3132

FIORINI, A. M. R.; BARBALHO, S. M.; GUIGER, É. L.; OSHIWA, M.; MENDES, C. G. VIEITES, R. L.; CHIES, A. B.; OLIVEIRA, P. B. de.; SOUZA, M. D. S. S. de.; NICOLAU, C. C. T. *Dipteryx alata* Vogel may improve lipid profile and atherogenic indices in wistar rats *Dipteryx alata* and atherogenic indices. *J. Med. Food*, 20 (11) 2017, pp. 1121-1126

FERNANDES, D.; ALVES, A.; CASTRO, G.; JUNIOR, A. J.; NAVES, M. M.; Effects of baru almond na Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress *in vivo*. *J Food Res.*, 4 (4) 2015, p. 38

FERRAZ, M. C.; OLIVEIRA, J. L.; OLIVEIRA JUNIOR, J. R.; COGO, J. C.; SANTOS, M. G.; FRANCO, L. M.; PUEBLA, P.; FERRAZ, H. O.; FERRAZ, H. G.; ROCHA, M.M.T.; HYSLOP, S.; FELICIANO, A. S.; OSHIMA-FRANCO, Y. The triterpenoid betulin protects against the neuromuscular effects of *Bothrops jararacussu* snake venom *in vivo*. *Evid. -Based Complement. Altern. Med.*, 2015, pp.1-10

GONÇALVES, T. O.; FILBIDO, G. S.; PINHEIRO, A. P. O.; PIERETI, P. D. P.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. *in vitro* bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bociáúva pulp and, macronutrients characterization. *J. Food Compos. Anal.*, 86, 2020

GUTIÉRREZ, J. M.; LOMONTE, B. Local tissue damage induced by *Bothrops* snake venoms. A review. *Memoriasdo Instituto Butantan*, vol. 51, nº 4, pp. 211-23, 1989

GUTIÉRREZ, J. M.; LEÓN, G.; BURNOUF, T Antivenoms for the treatment of snakebite envenoming: the road ahead. *Biologicals*, vol. 39, nº3, pp. 129-142, 2011

GUTIÉRREZ, J. M.; BURNOUF, T.; HARRISON, R. A.; A call for incorporating social research in the global struggle against snakebite. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, vol. 9, nº. 9, 2015

GUIMARÃES, C. L. S.; MOREIRA-DILL, L. S.; FERNANDES, R. S. Biodiversity as a source of bioactive compounds Against snakebites. *Current Medicinal Chemistry*, vol. 21, nº25, pp. 2952-2979, 2014

HANKE, D.; ZAHRADKA, P.; MOHANKUMAR, S. K.; CLARK, J. L.; TAYLOR, C. G. A diet high in α -linoleic acid and monounsaturated fatty acids attenuates hepatic steatosis and alters hepatic phospholipid fatty acid profile in diet-induced obese rats. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, vol. 89, nº. 6, pp. 391-401, 2013

- HU, F. B. Plant-based foods and prevention of cardiovascular disease: an overview. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, n° 3, pp. 544S-551S, 2003
- KIM, J. A.; MONTAGNANI, M.; CHANDRASEKRAN, S.; QUON, M. J. Role of Lipotoxicity in Endothelial Dysfunction. *Heart Failure Clinics*, vol. 8 n° 4, pp. 589-67, 2012
- KASTURIRATNE, A.; WICKREMASINGHE, A. R.; DE SILVA, N. The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenomin and deaths. *PLoS Medicine*, vol. 5, n° 11, 2008
- KANG, T. S.; GEORGIEVA, D.; GENOV, N. Enzymatic toxins from snake venom: structural characterization and mechanism of catalysis. *The FEBS Journal*, vol. 278, n° 23, pp. 4544-4576, 2011
- LANDS, B. Historical perspectives on the impact of n-3 and n-6 nutrients on health. *Progress in Lipid Research*, vol. 55, n° 1, pp. 17-29, 2014
- LEÓN, G.; HERRERA, M.; SEGURA, Á.; VILLALTA, M.; VARGAS, M.; GUTIÉRREZ, J. M. Pathogenic mechanisms underlying adverse reactions induced by intravenous administration of snake antivenoms. *Toxicon*, vol. 76, pp. 63-76, 2013
- LEMOS, M. R. B.; SIQUEIRA, E., M.; ARRUDA, A. de S. F.; ZAMBIAZI, R. C. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. *Food Res. Int.*, 48 (2) 2012, pp.592-597
- LIMA, D. C.; ALVES, M. R.; NOGUERA, N. H.; DO NASCIMENTO, R. P. A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, Chemical composition, health effects, and technological potential. *Future Foods*, Volume 5, 2022
- MAGALHÃES, R. M.; A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* vog) no Cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. *Ciência Florestal*, 24 (3) 2014, pp. 665-676.
- MARQUES, F. G.; OLIVEIRA NETO, J. R.; CUNHA, L. C.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. Identification of terpenes and phytosterols in *Dipteryx alata* (baru) oil seeds obtained through pressing. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 25 (5) 2015, pp. 522-525
- MIRIÉLE, C.; FERRAZ, E. H.; YOSHIDA, R. V. S.; TAVARES, J. C.; COGO, A. C. O.; CINTRA, C. A. D.; BELO, L. M.; FRANCO, M. G.; SANTOS, F. A.; RESENDE, E. A.; VARANDA, S.; HYSLOP, P.; PUEBLA, A. S.; FELICIANO, Y. OSHIMA-FRANCO Anisoflavone from *Dipteryx alata* vogel is active against the *in vitro* neuromuscular paralysis of bothrops jaracussu snake venom and bothpstoxin I, and prevents venom-induced myonecrosis. *Molecules*, 19 (5) 2014, p. 5790
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* (2000), p. 403
- MOTA, M.; BANINI, B. A.; CAZANAVE, S. C.; SANYAL, A. J. Molecular mechanisms of lipotoxicity and glucotoxicity in nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism*, vol. 65, n° 8, pp. 1049-1061, 2016
- NAZATO, V.; RUBEM-MAURO, L.; VIEIRA, N.; JUNIOR, S. R. D.; SILVA, M.; LOPES, P.; DAL-BELO, C.; COGO, J.; DOS SANTOS, M.; CRUZ-HOFLING, M.; OSHIMA-FRANCO, Y. *In vitro* antiophidian properties of *Dipteryx alata* Vogel bark extracts. *Molecules*, 15 (9) 2010, pp. 5956-5970
- OLIVEIRA-ALVES, S. C.; PEREIRA, R. S.; PEREIRA, A. B.; FERRERA, A.; MECHA, E.; SILVA, A. B.; SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. *Food Res. Int.*, 131 (2020), Article 109026
- ORSAVOVA, J.; MISURCOVA, L.; AMBROZOVA, J. V.; VICHA, R.; MLCEK, J. Fatty acids composition of vegetables oils and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int. J. Mol. Sci.* 2015
- PARENTE, L.; NOGUEIRA, S.; BAUMANN, L.; ALMEIDA, C.; MAURANO, L.; AFFONSO, A. G.; FERREIRA, L. Quality assessment of the PRODES Cerrado deforestation data Remote. *Sens. Appl.*, 21 (2021), Article 100444
- PIRILLO, A.; CASULA, M.; OLMASTRONI, E.; NORATA, G. D.; CAPATANO, A. L. Global

epidemiology of dyslipidaemias. *Nat. Rev. Cardiol.*, (18) 2021

PONTE-SUCRE, A.; GAMARRO, F.; DUJARDIN, J. C.; BARRETT, M. P.; LOPEZ-VELEZ, R.; GARCIA-HERNANDEZ, R.; POUNTAIN, A. W.; MWENECHANYA, R.; PAPADOPOULOU, B. Drug resistance and treatment failure in leishmaniasis: a 21st century challenge. *PLoS Negl. Trop. Dis.*, 11 (12) 2017

POIREL, L.; MADEC, J. Y.; LUPO, A.; SCHINK, A. K.; KIEFFER, N.; NORDMANN, P.; SCHWARZ, S. Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli* *Microbiol. Spectr.*, 6 (4) 2018

PRINCE, E.; LAZARE, F. B.; TREEM, W. R. ω - fatty acids prevent hepatic steatosis, independent of PPAR- α activity, in a murine model of parenteral nutrition-associated liver disease. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, vol. 38 n^o. 5, pp. 608-616, 2014

PUEBLA, P. OSHIMA-FRANCO, Y.; FRANCO, L. M.; DOS SANTOS, M. G.; DA SILVA, R. V.; RUBEM-MAURO, L.; FELICIANO, A. S. Chemical constituents of the bark of *Dipteryx alata* Vogel na active species against *Botrops jararacussu* venom. *Molecules*, 15, 2010, pp. 8193-8204, 10, 3390

RAVAGNANI, F. C. de P.; RAVAGNANI, C. de F. C.; BRAGA NETO, J. A.; VOLTARELLI, F. A.; ZAVALA, A. A. Z.; HABITANTE, C. A.; INOUE, C. M. Effects of high fat diets with baru extract and chocolate on adipocyte area of rats subjected to physical exercise. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 18 (3) 2012, pp.190-194

REIS, M. Á.; NOVAES, R. D.; BAGGIO, S. R.; VIANA, A. L. M.; SALLES, B. C. C.; DUARTE, S. M. D. S.; RODRIGUES, M. R.; PAULA, F. B. D. A. Hepatoprotective and antioxidante activities of oil from baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a preclinical model of lipotoxicity and dyslipidemia. *Evid-Based Complement. Alternat. Med.*, 2018

REIS, M. Á.; NOVAES, R. D.; BAGGIO, S. R.; VIANA, A. L. M.; SALLES, B. C. C.; DUARTE, S. M. D. S.; RODRIGUES, M. R.; PAULA, F. B. D. A. Hepatoprotective and antioxidante activities of oil from baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a preclinical model of lipotoxicity and dyslipidemia. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2018

RIBEIRO, T.; FUMAGALLI, M. C.; VALADARES, D.; FRANCA, J.; LAGE, P.; DUARTE, M.; ANDRADE, P.; MARTINS, V.; COSTA, L.; ARRUDA, A.; FARACO, A.; COELHO, E.; CASTILHO, R. Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. *Exp. Parasitol.*, 143 (1) 2014, pp. 60-68

RIBEIRO, R. V.; BIESKI, I. G. C.; BALOGUN, S. O.; MARTINS, D. T. O. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaí microregion, Mato Grosso, Brazil. *J Ethnopharmacol.* 2017 Jun 9;205:69-102

RIBEIRO, T. G.; CHAVEZ-FUMAGALLI, M. A.; VALADARES, D. G.; FRANCA, J. R.; LAGE, P. S.; DUARTE, M. C.; ANDRADE, P. H. R.; MARTINS, V. T.; COSTA, L. E.; ARRUDA, A. L. A.; FARACO, A. A. G.; COELHO, E. A. F.; CASTILHO, R. O. Antileishmanial activity and cytotoxicity of brazilian plants. *Exp. Parasitol.*, 143, 2014, pp.60-68

SANTIAGO, G. de L.; DE OLIVEIRA, I. G.; HORST, M. A.; NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. *Food Sci. Technol.*, 38 (2) 2018, pp.244-249

SANTOS, B. M.; FERREIRA, G. M.; TAVARES, M. T.; BONA, J. C.; HIRATA, M. H.; PAULA, V. F.; SATURNINO, K. C.; SOARES, A. M.; MENDES, M. M. Antiophidic activity of the secondary metabolite lupeol isolated from *Zanthoxylum monogynum*. *Toxicon*, 193(2021), pp. 38-47

SCHINCAGLIA, R. M.; CUPPARI, L.; NERI, H. F. S.; CINTRA, D. E.; SANT'ANA, M. R.; MOTA, J. F. Effects of baru almond oil (*Dipteryx alata* Vog.) supplementation on body composition, inflammation, oxidative stress, lipid profile, and plasma fatty acids of hemodialysis patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complement. Ther. Med.*, 52 (2020), Article 102479

SCHINCAGLIA, R. M.; PIMENTEL, G. D.; PEIXOTO, M. D. R. G.; CUPPARI, L.; MOTA, J. F. The effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond oil on markers of bowel habits in hemodialysis patients. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2021

- SCHINCAGLIA, R. M.; CUPPARI, L.; NERI, H.F. S.; CINTRA, D. E.; SANT'ANA, M. R.; MOTA, J. F. Effects of baru almond oil (*Dipteryx alata* Vog.) supplementation on body composition, inflammation, oxidative stress, lipid profile, and plasma fatty acids of hemodialysis patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Complement. Ther. Med.*, 52 (2020), Article 102479
- SCHINCAGLIA, R. M.; PIMENTEL, G. D.; PEIXOTO, M. D. R. G.; CUPPARI, L.; MOTA, J. F. The effect of baru (*Dipteryx alata* Vog. Almond oil on markers of bowel habits in hemodialysis patients. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2021
- SFAR, S.; BOUSSOFFARA, R.; SFAR, M. T.; KERKENI, A. Antioxidant enzymes activities in obese Tunisian children. *Nutr. J.* 2013, 12,18.
- SIQUEIRA, E. M. de A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. de S. B. da.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P. de.; ARRUDA, S. F. Consumption of baru seeds [*Dipteryx alata* Vog.], a Brazilian savana nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats. *Food Res. Int.*, 45 (1) 2012, pp. 427-433
- SOUZA, R. G. M de., GOMES, A. C.; NAVARRO, A. M.; CUNHA, L. C. da.; SILVA, M. A. C.; JUNIOR, F. B.; MOTA, J. F. Baru almonds increase the activity of glutathione peroxidase in overweight and obese women: a randomized, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 11 (8) 2019
- STRASSBURG, B. B. N.; BROOKS, T.; BARBIERI, R. F.; IRIBARREM, A.; CROUZEILLES, R.; LOYOLA, R.; LATAWIEC, A. E.; OLIVEIRA FILHO, F. J. B.; SCARAMUZZA, C. A. M. D.; SCARANO, F. R.; SOARES-FILHO, B.; BALMFORD FILHO, A. Moment of thuth for the Cerrado hotspot. *Nat. Ecol. Evol.*, 1 (4) 2017, pp. 13-15
- SHABBIR, A.; SHAHZAD, M.; MASCI, P.; GOBE, G. C. Protective activity of medicinal plants and their isolated compounds against the toxic effects from the venom of *Naja* (cobra) species. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 157, pp. 222-227, 2014
- SIQUEIRA, A. P. S.; CASTRO, C. F. de S.; SILVEIRA, E. V.; LOURENÇO, M. F de C. Chemical quality of Baru almond (*Dipteryx alata*) oil. *Ciência Rural*, 46 (10) 2016, pp. 1865-1867
- TOGASHI, M.; SCARBIERI, V. C. Avaliação nutricional da proteína e do óleo de semente de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 15, p. 66, 1995
- TUTUNCHI, H.; OSTADRAHIMI, A.; SAGHAFI-ASL, M. The effects of diets enriched in monounsaturated oleic acid on the management and prevention of obesity: a systematic review of human intervention studies. *Adv. Nutr.*, 11 (4) 2020, p. 864
- VERA, R.; SOARES JUNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; DE SOUZA, E. R. B; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Características químicas de amêndoa de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado de Goiás Brasil. *Rev. Bra. Frutic.*, 31 (1) 2009, pp. 112-118
- VINOGRADOV, S.; WEI, X. Cancer stem and drug resistance: the potential of nanomedicine. *Nanomedice (Lond)*, 7 (4) 2012, p.597
- WANG, Q.; LIU, R.; CHANG, M.; ZHANG, H.; JIN, Q.; WANG, X. Dietary oleic acid supplementation and blood inflammatory markers: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit. Rev. Food sci. Nutr.* 2020
- WARRELL, D. A.; Venomous animals, *Medicine*, vol. 40, n°. 3, pp. 159-163, 2012
- WIEDERHOLD, N. P. Antifungal resistance: current trends and future strategies to combat. *Infect Drug Resist.*, 10 (2017), p. 249

CAPÍTULO 5

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS UTILIZANDO AMÊNDOA E RESÍDUOS DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.)

Tainara Leal de Sousa¹

Josemar Gonçalves de Oliveira Filho²

Sibele Santos Fernandes³

Mariana Buranelo Egea⁴

Resumo

O impacto da alimentação na qualidade de vida tem incentivado a busca por alimentos alternativos com melhor qualidade nutricional. Associado a isso, a utilização de frutas nativas com potencial nutricional e tecnológico contribui para o desenvolvimento de novos produtos. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) é uma fruta nativa brasileira composta por uma casca fina, uma polpa fibrosa e um endocarpo lenhoso, que reveste a amêndoa coberta por uma película. O fruto do baru como um todo, amêndoa e os seus coprodutos (casca e polpa), além de trazer valor comercial, são ricos nutricionalmente. Esses produtos apresentam teores elevados de proteínas, lipídios, fibras alimentares e compostos bioativos, os quais podem agregar benefícios na substituição de matérias-primas e no desenvolvimento de novos produtos alimentícios ocasionando diversos benefícios nutricionais à saúde. Diante disso, este capítulo faz uma revisão geral dos atributos nutricionais e tecnológicos dos componentes do fruto do baru (amêndoa, torta de baru, casca e polpa) e o potencial de uso das diferentes frações e partes do fruto do baru em produtos alimentícios.

Palavras-chave: Alimentos; Compostos bioativos; Fruta Nativa; Resíduos.

5.1 – Introdução

O Cerrado, também conhecido como savana tropical, é um *hotspot* de biodiversidade global, possui áreas que apresentam altas concentrações de espécies endêmicas e que vem sofrendo uma perda de habitat extremamente relevante (LIMA *et al.*, 2022). Considerada uma área prioritária para conservação, devido à sua rica diversidade biológica, o bioma Cerrado é

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG), 74605-450 Goiânia, GO, Brasil. E-mail: tainarasousa@discente.ufg.br

² Embrapa Instrumentação, Rua 15 de Novembro, 1452 – Centro, 13560-970, São Carlos - SP, Brasil. E-mail: josemar.gooliver@gmail.com

³ Universidade Federal de Rio Grande, Escola de Química e Alimentos, Av Itália km 8, Carreiros 96203-900, Rio Grande, Brasil. E-mail: sibelecti@hotmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, 75.901-970, Goiás, Brasil. E-mail: mariana.egea@ifgoiano.edu.br

considerado uma das áreas mais importantes do mundo. Dentre as frutíferas do Cerrado, destaca-se o baru (*Dipteryx alata* Vog.), pois tanto a polpa (mesocarpo) quanto a amêndoa (semente) são comestíveis (FERREIRA *et al.*, 2020).

Os frutos e amêndoas do Cerrado brasileiro possuem alto valor nutricional (cerca de 30% de proteínas e 40% de lipídios) e atributos sensoriais que sugerem grande potencial tecnológico para o desenvolvimento de produtos na indústria alimentícia (GONÇALVES *et al.*, 2020). Novas ideias de produtos derivam do rastreamento de tendências globais que se aplicam a cada região, com fabricantes combinando inovação e tradição no desenvolvimento (DABIJA, CODINÂ, ROPCIUC, e STROE, 2019). Nesse contexto, o fruto do baru tem grande importância econômica e ambiental para o Brasil, e apresenta a seguinte composição estrutural média: 41,9% de polpa (epicarpo e mesocarpo), 53,8% de endocarpo lenhoso e 4,3% de semente (MARTINS *et al.*, 2017).

O endocarpo abriga uma amêndoa dura, denominada noz de baru, que representa 5% do rendimento em relação ao fruto inteiro e, atualmente, é a parte que têm valor comercial (FERREIRA *et al.*, 2020). A casca e a polpa do baru são coprodutos sólidos desperdiçados no processamento (ALVES-SANTOS, FERNANDES e NAVES, 2021).

A polpa e a amêndoa são partes comestíveis e aproveitar a cadeia integral do baru é de grande importância. O óleo de amêndoa é nutricionalmente rico e possui ampla aplicabilidade industrial alimentícia e farmacêutica, tendo como coproduto a farinha parcialmente desengordurada, que é conhecida como torta de baru e que normalmente é descartada (VIEIRA *et al.*, 2016). Esta matéria-prima provavelmente retém nutrientes e compostos bioativos presentes nas amêndoas, e poderia ser utilizada em sobremesas, panificados e em outros produtos da indústria alimentícia, agregando valor nutricional e sendo fundamental para a sustentabilidade da cadeia produtiva do baru (PINELI *et al.*, 2015).

Considerando que o consumo do baru ainda não está totalmente difundido entre os seres humanos, é possível perceber a necessidade de sua maior utilização, principalmente devido às suas propriedades nutricionais e tecnológicas. Este capítulo aborda as matérias-primas oriundas do processamento do baru que podem ser utilizadas na produção de diversos produtos alimentícios.

5.2 – Aplicação e substituição do fruto de baru em produtos alimentícios

O fruto do baru como um todo (amêndoa e resíduos) tem um grande potencial a ser explorado e transformado pela indústria alimentícia em diversos produtos de valor agregado,

aumentando as propriedades nutricionais, tecnológicas e sensoriais destes produtos (ALVES-SANTOS *et al.*, 2021). A Tabela 5.1 apresenta diferentes produtos desenvolvidos com o baru, suas propriedades físico-químicas e principais características ou modificações causadas pela incorporação das diversas partes do fruto.

Várias alternativas têm sido propostas na tentativa de se aumentar o consumo de fibras, vitaminas e minerais pela população brasileira, dentre elas a elaboração de novos produtos alimentícios (CAREZZATO, 2015). Como demonstrado pela Tabela 5.1, muitas opções foram relatadas na literatura para a inclusão da amêndoa de baru e de seus coprodutos como barra de cereal, paçoca, sorvete, frozen, cupcakes, biscoito, pão de forma, macarrão e bebidas fermentadas.

A amêndoa de baru, que é considerada como parte comestível, tem sabor de amendoim e têm sido utilizada como ingrediente em barras de cereais, granola e produtos de panificação (POLMANN *et al.*, 2021). Com o intuito de realizar o aproveitamento dessas amêndoas, Lima *et al.* (2021) desenvolveram uma barra nutritiva utilizando coprodutos da amêndoa de baru e avaliaram a qualidade tecnológica e o perfil sensorial da barra produzida. Realizando a caracterização físico-química destas barras com formulações contendo amêndoa de baru, os autores encontraram resultados positivos como um menor teor de lipídios (41,7 g/100 g) e maior teor de proteína (24,2 g/100 g). Além disso, as barras contendo baru apresentaram maior teor de proteína do que as barras comerciais e duas vezes mais do que as barras de proteína (2–15 g/100 g). Para as análises tecnológicas realizadas, a firmeza (textura instrumental) foi a maior nas barras contendo 100 % de amêndoa de baru (217,9 N), o que corrobora com o alto conteúdo proteico, que pode ser um fator determinante para a formação de rede de gel mais forte que torna o produto mais firme. Em relação à análise sensorial, a barra contendo 100% de amêndoa de baru, alcançou o maior índice de aceitabilidade para odor, cor e percepção global (71, 73 e 72%, respectivamente) (LIMA *et al.*, 2021).

Tabela 5.1. Produtos formulados a partir do fruto de baru (mesocarpo, endocarpo, epicarpo e semente) e suas características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais

Produtos	Formulação	Resultados	Referência
Barras de cereal	86% de amêndoa de baru, 1,98% de lecitina de girassol e 2,97% de óleo de castanha do Brasil	Aumento no teor de proteína (24,27 g); diminuição no teor de lipídios (41,69 g); maior firmeza (217,9 N) comparado à formulação contendo 100% de castanha do Brasil com teor de proteína (17,92 g); teor de lipídios (61,03 g); menor firmeza (57,17 N) comparado à formulação com castanha do Brasil. Aceitação sensorial de 71% odor, 73% cor e 72% percepção global.	Lima <i>et al.</i> (2021)
Barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru	5 a 10% polpa de baru e 14% amêndoa de baru torrada	Dentro dos padrões microbiológicos para alimentos de acordo com a legislação. Boa aceitação global (sabor, aroma e textura) com valores médios (7,07 a 7,61). Alto teor de fibras alimentares (aproximadamente 15 g/100 g) e teor de proteína (10,64 g/100 g) comparado à barra de cereais comerciais (6,5 g/100g).	Lima <i>et al.</i> (2010)
Paçoca	Amêndoas de baru torradas (concentração de 25, 50 e 75%),	A concentração de 75% reduziu o teor de lipídios (17,8 g/100 g), o valor energético total (387,1 kcal/100 g) e a aceitação global (6,4) e aumentou a concentração de fibras (9,9 g/100 g) comparado à amostra controle sem amêndoas de baru (19,4 g/100 g de lipídios, 420,9 kcal/100 g de valor energético total e 5,0 g/100 g de fibras). Aceitação sensorial maior nas paçocas com 25%, aceitação global.	Santos <i>et al.</i> (2012)
Sorvete com amêndoa de baru	2% de amêndoa de baru	90% de aceitação sensorial e aumento no teor de lipídios (3,06 g/100 g), proteínas (2,56 g/100g) e de fibras (0,31 g/100g) comparado à amostra controle sem baru (1,99 g/100 g de lipídios, 1,76 g/100 g de proteínas e sem fibras).	Pinho <i>et al.</i> (2015)
Frozen yogurt com castanhas de baru	9,80% castanhas de baru	Bom teor de proteínas (4,9 g/100 g) e carboidratos (12,3 g/100 g) comparado ao sorvete comercial; Rico em compostos bioativos com valores de 122,3 g EAG/100 g de compostos fenólicos totais, 269,9 mg EAT/100 g de taninos e 177,7 g/100 g de atividade antioxidante (método de DPPH); Aceitação sensorial de 70%, sendo 74% intenção de compra, 89,2% cor, 84% aroma e 85,2% textura	Arelhano <i>et al.</i> (2019)
Cupcakes	30% farinha de castanha de baru	A formulação com 30% de baru, obteve uma boa avaliação sensorial com 7,4 de aparência, 7,6 de aroma, 7,7 de sabores, 7,7 de textura, 7,7 de impressões geral e 4,1 de intenção de compra.	Paglarini <i>et al.</i> (2018)
Biscoito	25, 50, 75 ou 100% farinha de baru parcialmente desengordurada	Formulação com 100% farinha de baru obteve os melhores resultados de compostos fenólicos totais (86,1 mg EAG/100 g) de flavonoides totais (15,4 mg EQ/100 g) e de taninos condensados (37,3 mg EC/100 g). Aceitação sensorial da formulação de biscoitos na proporção de 25 g/100 g com a média de 5,6 aceitação geral, 5,2 aparências, 5,5 sabores e 5,7 texturas.	Pineli <i>et al.</i> (2015)
Pão de forma integral	25, 50, 75 e 100% com casca e polpa do baru	Com o aumento da proporção da casca e polpa do baru na formulação em diferentes proporções foram obtidos valores de 7,0 na aceitabilidade sensorial quanto à aparência, textura e sabor. Redução do valor energético com aumento do teor de casca e polpa de baru.	Rocha e Cardoso Santiago (2009).
Macarrão com farinha de polpa de baru	10-20% farinha de polpa de baru	Análises microbiológicas estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação. Teste sensorial de aceitação valores médios entre (5 e 6). Formulação com 20% demonstrou alto teor de fibra alimentar total de (14,5%) e menor teor de carboidratos (61,9%)	Antunes <i>et al.</i> (2021)
Biscoitos com torta de baru e óleo de baru	7,5% torta de baru e 12,5% de óleo de baru	Aumento no teor de fibra alimentar (3,7 g/100 g), de minerais como fósforo (197,9 mg /100 g) e ferro (21,5 mg/100 g), teores compostos de fenólicos totais (25 mg EAG /100 g) comparado ao biscoito de aveia (fibra alimentar de 3,0 g/100 g, fósforo de 148,4 mg/100 g, ferro de 10,5 mg/100 g e compostos de fenólicos totais de 13,6 mg EAG/100 g).	Caetano <i>et al.</i> (2017)
Extrato hidrossolúvel de amêndoa de baru fermentado	Extrato hidrossolúvel de amêndoa de baru com probiótico (<i>Lactobacillus casei</i>) e prebióticos (inulina e oligofrutose e polidextrose).	A adição de cultura probiótica e de prebiótica, quando comparada com a formulação controle, apenas com extrato hidrossolúvel, não obteve diferença significativa para proteína, lipídios, cinzas e cor.	Fernandes <i>et al.</i> (2021)

Produtos	Formulação	Resultados	Referência
Biscoitos com polpa de baru em pó	7,5%, 15%, 30% e 50% de substituição da farinha de trigo pela polpa de baru em pó	Aumento de 66% no teor proteico e alto teor de fenólicos totais ($72,11 \pm 1,21$ mg EAG/ 100 g), flavonoides ($12,43 \pm 0,97$ mg EQ/ 100 g) e taninos ($32,54 \pm 0,56$ mg/100 g) na maior substituição	Viana <i>et al.</i> (2023)
Bebida probiótica de amêndoa de Baru	Bebida sem pasteurização ou ultrassom e não fermentada, bebida pasteurizada fermentada com probiótico, bebida adicionada de probiótico submetido a ultrassom e fermentado, e bebida submetida a ultrassom, adicionado de probiótico e fermentado	Ultrassom após adição de probióticos é uma alternativa adequada à pasteurização, resultando em tempos de fermentação reduzidos (13,54%) e melhores propriedades tecnológicas, sensoriais e biológicas	Rocha <i>et al.</i> (2023)

Equivalentes Acido Gálico (EAG); equivalentes de ácido tânico (EAT); 2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH); Equivalente de Quercetina (EQ); Equivalente de Catequina (EC).

Fonte: O autor.

Com o intuito de avaliar a qualidade microbiológica, aceitabilidade e as características nutricionais de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru, Lima *et al.* (2010) preparam formulações de barras de cereais com proporção fixa de 14 % de amêndoa de baru torrada em substituição às nozes (castanha-de-caju, castanha-do-pará e amêndoas) e às frutas secas (banana-passa e uva-passa), habitualmente utilizadas em barras de cereais. Neste produto, o farelo de aveia também foi substituído por proporções crescentes de polpa de baru (5% e 10%). Os autores demonstraram que todas as formulações estudadas estavam de acordo com os padrões microbiológicos para alimentos e alcançaram boa aceitação global (sabor, aroma e textura) com valores médios (~ 7) e bons níveis de intenção de compra, independentemente das porcentagens de polpa de baru adicionadas. As barras de cereais desenvolvidas com polpa e amêndoa de baru se destacaram em relação a alta concentração de fibras alimentares (~ 15 g/100 g) e pelo elevado conteúdo de proteína (10,64 g/100 g), que foram superiores às de barras de cereais comerciais e controle do estudo (LIMA *et al.*, 2010).

Assim como a amêndoa *in natura*, a torrada possui nutrientes e pode ser aplicada em produtos como paçocas. Santos *et al.* (2012) avaliaram as características físicas, químicas e a aceitabilidade de paçocas elaboradas com amêndoas de baru e amendoim (75:25, 50:50 e 25:75, respectivamente) e compararam com paçoca contendo apenas amendoim (100% de amendoim). Os autores observaram que o aumento no percentual de baru nas paçocas resultou em redução no teor de lipídeos (de 19,4 para 17,8 g/100g nas formulações de amendoim e de 75 % de baru, respectivamente), do valor energético total (420,9 para 387,1 kcal/100g), e um aumento na concentração de fibras (5,0 para 9,9 g/100g). Em relação à aceitação sensorial, as paçocas com 25% de amêndoa de baru demonstraram o melhor desempenho, com relação à aceitação global (7,3). Os autores concluíram que o aproveitamento de frutos do Cerrado, como as amêndoas de baru, em produtos alimentícios tradicionais é possível, sem que

alterações de qualidade sejam observadas, aumentando o valor nutritivo do produto (SANTOS *et al.*, 2012).

Considerando o valor nutritivo do baru, seu papel econômico para comunidades do Cerrado brasileiro e a necessidade de incentivar seu uso em produtos industrializados, Pinho *et al.* (2015) desenvolveram uma formulação de sorvete enriquecida com 2% de amêndoas de baru e avaliam sua aceitabilidade sensorial. De acordo com os resultados encontrados, os autores observaram que a adição da amêndoa de baru na formulação padrão do sorvete enriqueceu o produto em termos nutricionais. O sorvete contendo baru, comparado à amostra controle sem adição, apresentou maior conteúdo lipídico (3,06 para 1,99 g/100 g, respectivamente), proteico (2,56 para 1,76 g/100g) e de fibras (0,31 g/100g). O acréscimo de amêndoas de baru, quando comparado com a amostra controle, demonstrou aumento de 45,5% no conteúdo proteico e de 53,8% no conteúdo de lipídeos. Quanto à aceitação do produto, no teste de intenção de compra, mais de 90% dos participantes afirmaram que comprariam o sorvete de baru e consumiriam no mínimo duas bolas de sorvete mensalmente, demonstrando que o produto desenvolvido pode ser facilmente comercializado (PINHO *et al.*, 2015).

Arelhano *et al.* (2019) elaboraram um *frozen yogurt* adicionado de castanhas de baru e determinaram suas características nutritivas, funcionais e sensoriais. A adição de 9,8% de amêndoa de baru em *frozen yogurt* resultou em um produto nutritivo e 70% de índice de aceitabilidade para todos os parâmetros avaliados, sendo 89,2% para cor, 84% para aroma, 85,2% para textura e 74% de intenção de compra. O *frozen yogurt* de castanhas de baru mostrou-se um ingrediente interessante, com um teor de 4,9 g/100 g de proteínas e de 12,3 g/100 g de carboidratos, além de bons resultados de compostos bioativos, com valores de 122,3 mg EAG/100 g de compostos fenólicos totais, e 269,9 mg equivalentes de ácido tânico/100 g de taninos (ARELHANO *et al.*, 2019).

Diariamente, os produtos de panificação são consumidos em grandes quantidades e têm um papel importante na nutrição humana (MARTINS; PINH; FERREIRA, 2017). A adição de ingredientes funcionais aos produtos de panificação aumentou em popularidade devido à capacidade de reduzir o risco de doenças crônicas, além das funções nutricionais básicas (ESWARAN; MUIR; CHEY, 2013). Neste sentido, alguns trabalhos têm acrescentado amêndoa de baru e seus coprodutos em produtos de panificação.

Pineli *et al.* (2015) avaliaram o aproveitamento da torta de baru no desenvolvimento de biscoitos em cinco concentrações (0, 25, 50, 75 ou 100 g/100 g) em substituição à farinha de trigo. A substituição de farinha de trigo por torta de baru parcialmente desengordurada

contribuiu para o aumento da atividade antioxidante dos biscoitos. Os resultados demonstraram que as formulações com substituição total (100 g/100 g) e parcial (50 g/100 g) de farinha de trigo provocaram aumentos de 176 % (86,1 mg EAG/100 g) e 48% (46,2 mg GAE/100 g), respectivamente, nos níveis de compostos fenólicos totais. Além disso, a substituição total e parcial também aumentou em 8,7 vezes (15,42 mg EQ/100 g) e 5,6 vezes (9,9 mg EQ/100 g) os níveis de flavonoides totais, respectivamente; e em 10,3 vezes (37,3 mg EC/100 g) e 4,4 vezes (15,7 mg EC/100 g), respectivamente, o teor de taninos. No entanto, a formulação com a proporção de 25 g/100 g foi a mais aceitável, com a média de valores de 5,6 para aceitação geral, de 5,2 para aparências, de 5,5 para sabores e de 5,7 para texturas (PINELI *et al.*, 2015).

A casca e a polpa do baru (amêndoa) parecem constituir ingredientes viáveis para aplicação tecnológica na elaboração de pães integrais do tipo forma, conferindo melhora das características nutricionais e atributos sensoriais. Rocha e Santiago (2009) investigaram a viabilidade do uso da casca e da polpa do baru em quatro proporções (25, 50, 75 e 100 %) no desenvolvimento de pão de fôrma integral padrão, e suas conseqüentes implicações nutricionais e sensoriais. A casca e a polpa do baru conferiram melhorias nas características nutricionais e atributos sensoriais em relação aos atributos aparência, textura e sabor. Os pães contendo 75 e 100% de casca e polpa de baru demonstraram baixo teor de gorduras totais (2,08 a 1,95 g/100 g, respectivamente) e a formulação desenvolvida com 100% da casca e polpa do baru nos pães resultou em um acréscimo de até 58,2% no teor de fibra alimentar total, quando comparada com a amostra controle sem adição de baru (ROCHA; SANTIAGO, 2009).

A substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de polpa de baru, reconhecida pelo seu alto conteúdo de fibras, pode ser utilizada em diferentes tipos de alimentos, como por exemplo em massas alimentícias que são normalmente pobres em fibras (CAVALCANTE-NETO *et al.*, 2016). Antunes *et al.* (2021) desenvolveram uma massa alimentícia do tipo macarrão a partir de formulações com substituições de F1 (10%) e F2 (20%) da farinha de trigo pela farinha de polpa de baru. Os testes sensoriais de aceitação realizados nas massas alimentícias resultaram em escores médios entre 5 e 6, de uma escala hedônica, e as massas contendo 20% de farinha de polpa de baru foram classificadas com um alimento com alto teor de fibra alimentar total (14,5%), de acordo com a Resolução nº 54/2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), (BRASIL, 2012), e ainda apresentaram menor teor de carboidratos (61,9%) que a amostra controle.

Caetano *et al.* (2017) desenvolveram biscoitos de aveia substituindo 100% de óleo de

soja por óleo de baru e 30% de farinha de trigo por farinha de baru parcialmente desengordurada. Os biscoitos desenvolvidos apresentaram um alto teor de fibra alimentar (3,7 g/100 g), de minerais como fósforo (197,9 mg/100 g) e ferro (21,5 mg/100 g) e um decréscimo no teor calórico (457,4 kcal/100 g) comparado com o controle. Houve um aumento em duas vezes no conteúdo de fenólicos totais, de 13,6 para 25 mg EAG/100 g, comparado aos biscoitos de aveia. O óleo de baru aumentou a concentração de ácidos graxos insaturados (76,1%) nos biscoitos, consistindo em aproximadamente 50,3% de ácidos graxos monoinsaturados e 25,7% de ácidos graxos poli-insaturados. Assim, o biscoito contendo resíduos do baru apresentou uma composição interessante do ponto de vista nutricional, podendo ser utilizado como parte de uma alimentação saudável (CAETANO *et al.*, 2017).

Devido à conscientização sobre o impacto dos alimentos na saúde, a demanda por alimentos funcionais probióticos está crescendo e, dada a alta prevalência de intolerância à lactose, diversos produtos probióticos não lácteos obtidos pela fermentação de grãos, frutas e vegetais têm sido desenvolvidos (TRIPATI e GIRI, 2014). Para a produção do extrato hidrossolúvel de baru, Fernandes *et al.*, (2021) desenvolveram cinco formulações de bebidas fermentadas não lácteas contendo probiótico (*Lactobacillus casei*), inulina, oligofrutose e polidextrose. A adição de cultura probiótica e prebiótico, quando comparada com a formulação controle, não alterou significativamente os teores de proteína, lipídios, cinzas e não tiveram impacto nos parâmetros de cor das bebidas. Os resultados encontrados são interessantes para indústrias que processam produtos não lácteos, além de obter uma bebida simbiótica feita a partir de uma amêndoa brasileira e com um perfil nutricional importante (FERNANDES *et al.*, 2021).

5.3 – Baru como fonte alternativa de proteínas para alimentos do futuro

As proteínas são os principais constituintes estruturais e funcionais dos alimentos, que desenvolvem funções biológicas e tecnológicas para o organismo e o alimento, respectivamente. Elas permitem que o corpo mantenha atividades metabólicas, como manutenção, crescimento e reparo da maquinaria celular. As proteínas têm diversas aplicações na indústria de alimentos devido às suas propriedades de superfície, como a capacidade de formar ou estabilizar emulsões, atividade biológica (enzimas), interações intermoleculares e a capacidade de alterar as propriedades sensoriais dos produtos (como aparência, sabor, cor, odor e textura) (OTERO *et al.*, 2022).

As proteínas animais foram usadas como proteínas alimentares convencionais no passado e, atualmente, ainda constituem uma grande parte da produção de alimentos. As proteínas de origem animal, predominantemente proteínas de carne, do leite e do ovo, têm sido altamente estudadas por muitas décadas. No entanto, alguns autores mostraram que a produção de 1 kg de proteína animal requer cerca de 6 kg de proteína vegetal (AIKING, 2014). Conseqüentemente, a produção em larga escala de proteínas animais por meio da pecuária industrial é relatada como um dos principais impulsionadores da perda de biodiversidade, mudança climática e esgotamento da água doce (AIKING, 2014).

Por outro lado, tendo em vista o custo de produção, sustentabilidade e disponibilidade, as proteínas alternativas (como proteínas vegetais) têm sido cada vez mais utilizadas como uma alternativa robusta às proteínas animais (MUNIALO *et al.*, 2022). Nos últimos anos, o uso de fontes alternativas de proteínas tem sido explorado como potenciais substitutos para proteínas derivadas de animais (MUNIALO *et al.*, 2022). Mais recentemente, devido às dietas restritivas quanto ao consumo de produtos de origem animal, novas demandas de mercado foram geradas, e a busca por novas fontes alimentares proteicas tornou-se necessária (GROSSMANN; WEISS, 2021).

As proteínas alternativas estão ganhando popularidade em todo o mundo por causa de seus benefícios à saúde, sustentabilidade ambiental e mérito ético (MUNIALO *et al.*, 2022). As fontes dessas proteínas são versáteis e podem ser obtidas a partir de plantas (cereais, sementes comestíveis, pseudocereais, leguminosas, tubérculos e oleaginosas), fontes alternativas não convencionais (por exemplo, coprodutos agroindustriais), microrganismos (fungos e bactérias), algas e microalgas e insetos (AKHTAR; ISMAN, 2018; FINNIGAN *et al.*, 2019; SINGH *et al.*, 2008). O uso de produtos alimentares de origem alternativa, como acontece com os coprodutos da agroindústria, contribui para um menor impacto ambiental e oferece um meio para alimentar uma população mundial crescente (LEMES *et al.*, 2022).

Em contraste com muitas proteínas e frações de proteínas estabelecidas, para as quais uma quantidade substancial de conhecimento se acumulou ao longo dos anos, muito menos informações estão disponíveis sobre essas proteínas emergentes (MUNIALO *et al.*, 2022). Para poder utilizar proteínas alternativas, é necessário que elas sejam caracterizadas quanto às suas propriedades tecnológicas e estruturais. O aprimoramento da textura, capacidade de gelificação, emulsificação ou formação de espuma são algumas das propriedades tecnológicas específicas que são importantes nas formulações. As propriedades tecnológicas de proteínas extraídas de pseudocereais como quinoa, trigo sarraceno e amaranto têm sido relatadas na literatura (ALONSO-MIRAVALLS; O'MAHONY, 2018).

O fruto do baru destaca-se pelo seu alto valor nutricional e seu sabor único, e têm sido atualmente considerado uma fonte alternativa de proteína vegetal. O teor de proteína da amêndoa de baru (26,22 g/100 g) (RIBEIRO *et al.*, 2014) é superior ao encontrado em algumas fontes de proteínas animal como a tilápia (16-19 %) (VAN HUIS *et al.*, 2013), ao de outras castanhas, como a noz-pecã (7 a 9 g/100 g) (RIBEIRO *et al.*, 2020), a castanha do Pará (15 g/100 g), a castanha de caju (18 g/100 g), o pistache (15 g/100 g), a macadâmia (9 g/100 g) e a noz (14 g/100 g) (CARDOSO *et al.*, 2017), e a outras fontes alternativas de proteínas como larvas de gafanhoto (14-18 %), de bicho-da-seda (10-17 %) e de ervilha crua (7,9 %) (VAN HUIS *et al.*, 2013).

As concentrações de aminoácidos essenciais da proteína na castanha de baru, em geral, atendem às recomendações dietéticas, exceto para os aminoácidos metionina + cisteína, valina e lisina, e seu escore de aminoácidos (AAS) varia de 75% a 105% (FERNANDES *et al.*, 2010, CZEDER *et al.*, 2022, SOUSA *et al.*, 2019, FREITAS *et al.*, 2020). Essa variação considerável sugere que o perfil de aminoácidos essenciais da proteína na castanha de baru é particularmente influenciado pela região nativa dos frutos (CZEDER *et al.*, 2022). A deficiência desses aminoácidos é comum em outras castanhas, como amendoim, amêndoa e castanha de caju (FREITAS *et al.*, 2020), amêndoa de pequi e castanha de caju do Cerrado (SOUSA *et al.*, 2019). Os valores do escore de aminoácidos corrigido pela digestibilidade proteica (do inglês PDCAAS) relatados para a proteína da castanha de baru, de 73% (FERNANDES *et al.*, 2010) e 91% (SOUSA *et al.*, 2019), são superiores aos de outras oleaginosas, como o amendoim (70%) (FERNANDES *et al.*, 2010), a castanha do Brasil (63%) (FREITAS *et al.*, 2020) e as amêndoas (44% a 48%) (HOUSE *et al.*, 2019). O PDCAAS é o método recomendado para estimar a qualidade nutricional da proteína em alimentos e dietas (FAO, 2013). Com base nos valores de PDCAAS, a castanha de baru possui uma proteína de boa qualidade (Fernandes *et al.*, 2010). Assim, seu consumo é recomendado como uma alternativa na substituição à proteína animal (ALVES SANTOS *et al.*, 2021; NUNES *et al.*, 2017).

Do ponto de vista tecnológico, as proteínas extraídas da castanha do baru apresentam possibilidade de emprego em diversos alimentos, conferindo capacidade de absorção de água (193,84%), capacidade de absorção de óleo (199,80%), solubilidade em água (~60% em pH 7), propriedades emulsificantes (95,00%) e espumabilidade (50,00%) (GUIMARÃES *et al.*, 2012). Cruz (2011) realizou a caracterização parcial das proteínas presentes na castanha do baru e observaram uma predominância de globulinas, com 61,7% em peso das proteínas solúveis totais. Albuminas e glutelinas representaram 14 e 3,3% em peso, respectivamente. A

proteína total e a fração de globulinas apresentaram valores de digestibilidade *in vitro* de 85,59% e 90,54%, em relação à caseína.

As proteínas presentes na castanha do baru apresentam elevado potencial como uma fonte alternativa de proteína vegetal para aplicação no desenvolvimento de novos alimentos baseados em plantas, como uma alternativa as de origem animal. Apesar disto, ao nosso conhecimento não foram encontrados estudos utilizando as proteínas do baru como fonte alternativa de proteína para o desenvolvimento de produtos alimentícios. A preocupação com a segurança alimentar, aliada ao desafio de aumentar o crescimento populacional mundial, estimulam a busca por alimentos que forneçam micro e principalmente macronutrientes, que sejam sustentáveis e ambientalmente viáveis. Para atender as demandas dos consumidores e as necessidades alimentares individuais, a diversificação das fontes e funções das proteínas é essencial para a segurança alimentar e o desenvolvimento e fabricação de produtos, sendo as proteínas do baru uma alternativa para atender as necessidades mundiais de suprimento de proteína.

5.4 – Considerações finais

A amêndoa e os resíduos de baru são alternativas para o desenvolvimento de produtos alimentícios com propriedades funcionais e nutracêuticas, por agregar valor ao fruto e qualidade nutricional ao produto. Além disso, a utilização da amêndoa do baru e seus coprodutos como ingredientes em produtos alimentícios associa o aproveitamento integral de uma cadeia e pode impactar positivamente no meio ambiente, além de agregar valor à essa fruta nativa brasileira.

Sobre o financiador

Os autores agradecem o aporte financeiro concedido pelo The Good Food Institute Brasil (GFI Brasil), por meio do Programa de Financiamento à Pesquisa Exploratória com foco nos biomas Amazônia e Cerrado (Programa Biomas). Além disso, os autores também agradecem o apoio financeiro do CNPq (Processos 308489/2020-9 e 309248/2023-0), FAPEG (Processo 202310267000884 e 202310267001405), CAPES (001) e IF Goiano/PROPPI (Processo 23216.000940.2022-92).

Referências

- ALVES-SANTOS, A. M.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review. In **Nfs Journal**, [S.L.], v. 24, p. 26-36, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nfs.2021.07.001>. Acesso em: 16 mai 2022
- ANTUNES, G. G. B.; PEREIRA, T. N. A.; SANTOS, J. R. C.; VARGAS, M. dos R. Desenvolvimento e caracterização físico-química de macarrão com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de polpa de baru. In **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 13, p. 1-14, 17 out. 2021. Research, Society and Development. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21349>. Acesso em: 16 jun 2022.
- ARACAVALA, K. K.; CAPELLINI, M. C.; GONÇALVES, D.; SOARES, I. D.; MARGOTO, C. M.; RODRIGUES, C. E. Valorization of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) processing chain: Technological properties of defatted nut flour and oil solubility in ethanol and isopropanol. In **Food Chemistry**, [S.L.], v. 383, p. 132587, jul. 2022. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132587>. Acesso em: 15 mai 2022
- ARELHANO, L. E.; CANDIDO, C. J.; GUIMARÃES, R. D. C. A.; PRATES, M. F. O. Caracterização nutricional, bioativas e sensorial de frozen yogurt adicionado de castanhas de baru. In **Interações** (Campo Grande), [S.L.], p. 257-256, 21 mar. 2019. Universidade Católica Dom Bosco. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v0i0.1648>. Acesso em: 16 jun 2022
- ARRUDA-SILVA, TA, ALVES, N., GALLE, NB, SANTOS, SBD, ANDREATTA, E. Thermodynamic properties of the water adsorption process in baru flours. In **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 1-10, 2022. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v42n2e20200141/2022>. Acesso em: 15 mai 2022
- AKHTAR, Yasmin; ISMAN, Murray B. Insects as an alternative protein source. In: **Proteins in food processing**. Woodhead Publishing, 2018. p. 263-288.
- AIKING, Harry. Protein production: planet, profit, plus people. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 2014, 100.suppl_1: 483S-489S.
- ALONSO-MIRAVALLÉS, Loreto; O'MAHONY, James A. Composition, protein profile and rheological properties of pseudocereal-based protein-rich ingredients. **Foods**, 2018, 7.5: 73.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. In **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 12, novembro 2012. p. Brasília, DF. Disponível em: https://bvmsms.saude.gov.br/bvms/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html#:~:text=O%20presente%20Regulamento%20T%C3%A9cnico%20se,e%20prontos%20para%20oferta%20aos. Acesso em 15 mai 2022
- CAETANO, K. A.; CEOTTO, J. M.; RIBEIRO, A. P. B.; MORAIS, F. P. R. D.; FERRARI, R. A.; PACHECO, M. T. B.; CAPITANI, C. D. Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies. In **Food Science and Technology**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 239-245, 29 maio 2017. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.19616>. Acesso em: 19 jun 2022
- CARDOSO, B. R., DUARTE, G. B. S., REIS, B. Z., & COZZOLINO, S. M. Brazil nuts: Nutritional composition, health benefits and safety aspects. **Food Research International**, 100, 9-18, 2017.
- CARVALHO, A. A.; BARBOSA, E. S.; SIQUEIRA, K. F. Aproveitamento de resíduos de processamento de castanha de baru para desenvolvimento de gelado comestível. In **Revista Processos Químicos**, [S.L.], v. 10, n. 20, jul / dez de 2016. p. 287-293. Disponível em: <https://doi.org/10.19142/rpq.v10i20.377>. Acesso em: 19 jun 2022
- CAVALCANTE NETO, A. A., SOARES, J. D. P., PEREIRA, C. T. M., GOMES, M. S. S. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Using of flour mesocarp of babassu (*Orbignya* sp.) in food preparation of

fresh pasta noodles type. In **REBRAPA-Brazilian Journal of Food Research**, [S.L.], v. 7, n. 1, ago de 2019. p. 105-115. Disponível em: <<https://doi.org/10.3895/rebrapa.v7n1.3518>> Acesso em 27 jun 2022.

CHATURVEDI, S.; CHAKRABORTY, S. Review on potential non-dairy synbiotic beverages: a preliminary approach using legumes. In **International Journal of Food Science and Technology**, [S.L.], v. 56, n. 5, p. 2068-2077, 28 set. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.14779>. Acesso em: 10 jun 2022

da CRUZ, K. S. *et al.* Caracterização parcial de proteínas de sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog). **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**. Malden: Wiley-blackwell, v. 91, n. 11, pág. 2006-2012, 2011.

CZEDER, D.C. FERNANDES, J.B. FREITAS, M.M.V. Naves Baru almonds from different regions of the Brazilian Savanna: implications on physical and nutritional characteristics **Agricultural Science**, 3, pp. 745-754, 2012.

DABIJA, A.; CODINĂ, G. G.; ROPCIUC, S.; STROE, S. G. Studies regarding the production of a novel yogurt using some local plant raw materials. In **Journal of Food Processing and Preservation**, [S.L.], v. 43, n. 6, p. 1-9, 30 out. 2018. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13826>. Acesso em: 18 jun 2022

ESWARAN, S.; MUIR, J.; CHEY. Fiber and functional gastrointestinal disorders. In **Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG**, [S.L.], v. 108, n. 5, p. 718-727, maio 2013. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1038/ajg.2013.63>. Acesso em: 15 mai 2022

Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition FAO, Rome, 2013.

FERNANDES, A. B. C.; MARCOLINO, V. A.; SILVA, C.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C. Potentially synbiotic fermented beverages processed with water-soluble extract of Baru almond. In **Food Bioscience**, [S.L.], v. 42, p. 1-12, ago. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101200>. Acesso em: 16 jun 2022

FERREIRA, T. H. B.; FLORIZO, G. K. M.; ARGONDOÑA, E. J. S. Shelf life of cookies made from baru (*Dipteryx alata* Vog.) pulp under different storage conditions. In **Journal of Food Processing and Preservation**, [S.L.], v. 44, n. 9, p. 1-7, 2 jul. 2020. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.14702>. Acesso em 15 mai 2022

FERNANDES, D. C. *et al.* Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, 2010.

FIORAVANTE, M. B.; HIANE, P. A.; BRAGA, J. A. Elaboration, sensorial acceptance and characterization of fermented flavored drink based on water-soluble extract of baru almond. In **Ciência Rural**, [S.L.], v. 47, n. 9, p. 1-6, 2017. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20151646>. Acesso em: 15 mai 2022

FINNIGAN, Tim JA, *et al.* Mycoprotein: the future of nutritious nonmeat protein, a symposium review. **Current Developments in Nutrition**, 2019, 3:6: nzz021.

FREITAS, J.B., NAVES, M.M.V. Chemical composition of nuts and edible seeds and their relation to nutrition and health. **Revista de Nutrição**, 23, pp. 269-279, 2010.

GONÇALVES, T. O., FILBIDO, G. S., DE OLIVEIRA PINHEIRO, A. P., PIERETI, P. D. P., DALLA VILLA, R.; DE OLIVEIRA, A. P. In vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bocaiúva pulp and, macronutrients characterization. In **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.L.], v. 86, p. 1-23, mar. 2020. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103356>. Acesso em: 25 jun 2022

GROSSMANN, Lutz; WEISS, Jochen. Alternative protein sources as technofunctional food ingredients. **Annual Review of Food Science and Technology**, 2021, 12: 93-117.

GUIMARÃES, R. D. C. A., FAVARO, S. P., VIANA, A. C. A., BRAGA NETO, J. A., NEVES, V.

- A., HONER, M. R. Estudo das proteínas da farinha desengordurada e concentrado protéico de castanhas de baru (*Dipteryx alata* Vog). *Food Science and Technology*, 32, 464-470, 2012.
- KEHINDE, B. A., PANGHAL, A., GARG, M. K., SHARMA, P.; CHHIKARA, N. Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods. In **Advances in Food and Nutrition Research**. 1st ed., p. 115-160, 2020. Elsevier. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.06.003>> Acesso em 26 jun 2022.
- LEMES, A. C., EGEEA, M. B., OLIVEIRA FILHO, J. G. DE, GAUTÉRIO, G. V., RIBEIRO, B. D., COELHO, M. A. Z. Biological Approaches for Extraction of Bioactive Compounds From Agro-industrial By-products: A Review. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 9, p. fbioe.2021.8025, 2022.
- LIMA, D. C.; DA ROCHA ALVES, M.; NOGUERA, N. H.; DO NASCIMENTO, R. D. P. A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential. In **Future Foods**, [S.L.], v. 5, p. 1-16, jun. 2022. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100146>. Acesso em: 15 mai 2022
- LIMA, D. S.; CABASSA, I. D. C. C.; DE ALMEIDA, A. B.; DE SOUSA, T. L.; DE LIMA, T. M.; LOSS, R. A.; VOLP, A. C. P.; VASCONCELOS, L. G.; DALL'OGGIO, E. L.; HERNANDES, T.; EGEEA, M. B.; TAKEUCHI, K. P. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. In **LWT- Food Science and Technology**, [S.L.], v. 137, p. 1-16, fev. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>. Acesso em: 15 mai 2022
- LIMA, J. C. R., DE FREITAS, J. B., CZEDER, L. D. P., FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. In **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 331-343, 30 dez. 2010. Universidade Federal do Parana. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v28i2.20450>. Acesso em 15 mai 2022
- LIPAN, L., RUSU, B., SENDRA, E., HERNÁNDEZ, F., VÁZQUEZ-ARAÚJO, L., VODNAR, D. C.; CARBONELL-BARRACHINA, Á. A. Spray drying and storage of probiotic-enriched almond milk: probiotic survival and physicochemical properties. In **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.L.], v. 100, n. 9, p. 3697-3708, 25 abr. 2020. Wiley. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.10409> Acesso em: 12 mai 2022
- MARTINS, B.A.; FERAZ, A.C.O., SCHMIDT, F.L., Physical characteristics of baru tree fruit aimed at kernel extraction. In **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, [S.L.], v. 38, n. 4, p. 1865-1873, 4 ago. 2017. Universidade Estadual de Londrina. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4p1865>. Acesso em: 11 jun 2022
- MARTINS, Z. E.; PINHO, O.; FERREIRA, I. M. P. L. V. O. Food industry by-products used as functional ingredients of bakery products. In **Trends in Food Science and Technology**, [S.L.], v. 67, p. 106-128, set. 2017. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.003>. Acesso em: 15 mai 2022
- MUNIALO, Claire D., *et al.* Extraction, characterisation and functional applications of sustainable alternative protein sources for future foods: A Review. **Future Foods**, 2022, 100152.
- OLIVEIRA-ALVES, S. C.; PEREIRA, R. S.; PEREIRA, A. B.; FERREIRA, A.; MECHEA, E., SILVA; A. B., SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: Nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. In **Food Research International**, [S.L.], v. 131, p. 1-15, maio 2020. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109026>. Acesso em: 17 jun 2022
- OTERO, Deborah Murowaniecki, *et al.* Exploring alternative protein sources: evidence from patents and articles focusing on food markets. *Food Chemistry*, 2022, 133486.
- PAGLARINI, DE S. C.; DE SOUZA Q. M.; TUYAMA, S. S.; MOREIRA, A. C. V.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Characterization of baru nut (*Dipteryx alata* Vog) flour and its application in reduced-fat cupcakes. In **Journal of Food Science and Technology**, [S.L.], v. 55, n. 1, p. 164-172, 20 nov. 2017. Springer Science and Business Media LLC. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-017->

2876-1. Acesso em: 20 mai 2022

PINELI, L. L.O.; CARVALHO, M.V.; AGUIAR, L.A.; OLIVEIRA, G.T.; CELESTINO, S. M.C.; BOTELHO, R.B. A.; CHIARELLO, MD. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. In **LWT-Food Science and Technology**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 50-55, jan. 2015. Elsevier BV. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.035> > Acesso em: 15 mai 2022

PINHO, L.; MESQUITA, D. S. R.; SARMENTO, A. F.; FLÁVIO, E. F. Enriquecimento de sorvete com amêndoa de baru (*Dipteryx alata Vogel*) e aceitabilidade por consumidores. In **Revista Unimontes Científica**, v. 17, n. 1, p. 39-49 jan./jun de 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/1942/2066>. Acesso em: 18 jun 2022

PINTO, V. R. A.; DE OLIVEIRA FREITAS, T. B.; DE SOUZA DANTAS, M. I.; DELLA LUCIA, S. M.; MELO, L. F.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Influence of package and health-related claims on perception and sensory acceptability of snack bars. In **Food Research International**, [S.L.], v. 101, p. 103-113, nov. 2017. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.062>. Acesso em: 15 mai 2022

POLMANN, G.; BADIA, V.; DANIELSKI, R.; FERREIRA, S. R. S.; BLOCK, J. M. Non-conventional nuts: An overview of reported composition and bioactivity and new approaches for its consumption and valorization of co-products. In **Future Foods**[S.L.], v. 4, p. 1-13, dez. 2021. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100099>. Acesso em: 14 jun 2022

POPP, József, *et al.* Bioeconomy: Biomass and biomass-based energy supply and demand. **New Biotechnology**, 2021, 60: 76-84.

RESENDE, L. M.; FRANCA, A. S. Flours based on exotic fruits and their processing residues— features and potential applications to health and disease prevention. In: **Flour and breads and their fortification in health and disease prevention**. [S.L.], p. 387-401, 2019. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-814639-2.00030-7>. Acesso em 21 jun 2022

RIBEIRO, Tatiana G. *et al.* Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants. **Experimental Parasitology**, v. 143, p. 60-68, 2014.

RIBEIRO, S. R., KLEIN, B., RIBEIRO, Q. M., DOS SANTOS, I. D., GENRO, A. L. G., DE FREITAS FERREIRA, D., ... & WAGNER, R. (2020). Chemical composition and oxidative stability of eleven pecan cultivars produced in southern Brazil. **Food Research International**, 136, 109596.

ROCHA, C. DOS S.; MAGNANI, M.; KLOSOSKI, S. J.; MARCOLINO, V. A.; LIMA, M. DOS S.; FREITAS, M. Q.; FEIHRMANN, A. C.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C. High-intensity ultrasound influences the probiotic fermentation of Baru almond beverages and impacts the bioaccessibility of phenolics and fatty acids, sensory properties, and in vitro biological activity. **Food Research International**, v 173, 113372, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113372>. Acesso em: 12 nov 2023

ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. D. A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata vog.*) na elaboração de pães. In **Food Science and Technology**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 820-825, dez. 2009. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612009000400019>. Acesso em: 15 mai 2022

SANTIAGO, G. D. L., OLIVEIRA, I. G. D., HORST, M. A., NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx Alata Vog.*) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. In **Food Science and Technology**, S.L.], v. 38, n. 2, p. 244-249, 22 mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.36416>. Acesso em: 15 mai 2022

SANTOS, G. G., SILVA, M. R., LACERDA, D. B. C. L., MARTINS, D. M. D. O.; ALMEIDA, R. D. A. Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoa de baru. In **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 42, n. 2, p. 159-165, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-40632012000200003>. Acesso em: 17 jun 2022

SILVA, G.P.; SALES, J.F.; NASCIMENTO, K.J.T.; RODRIGUES, A.A.; CAMELO, G.N.; BORGES, E.E.D.L. Biochemical and physiological changes in *Dipteryx alata* Vog. seeds during

germination and accelerated aging. In **South African Journal of Botany**, v [S.L.], v. 131, p. 84-92, jul. 2020. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.007>. Acesso em: 21 mai 2022

SILVA, V. D.; FILHO O.P.S; CONCEIÇÃO, E.C.; CASAGRANDE, G.A.; CAIRES, A.R.L Oxidative stability of Baru (*Dipteryx alata Vogel*) oil monitored by fluorescence and absorption spectroscopy. In **Journal of Spectroscopy**, [S.L.], v. 2015, p. 1-6, 2015. Hindawi Limited. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1155/2015/803705>. Acesso em: 21 mai 2022

SINGH, Preeti, *et al.* Functional and edible uses of soy protein products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2008, 7.1: 14-28.

SOARES, M. S. S. JR., CALIARI, M., TORES, M. C. L., VERA, R., TEIXEIRA, J. S.; ALVES, L. C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa de Baru (*Dipteryx alata Vog.*). In **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 37, p. 51-56, 2007. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/1869/1776>. Acesso em: 17 jun 2022

SOUSA, A.G.O. FERNANDES, D.C. ALVES, A.M. FREITAS, J.B. Naves Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, 44, pp. 2319-2325, 2011.

TAKEUCHI, K. P., FERREIRA, L. M., CABASSA, I. D. C. C., SILVA, D. L., DE LIMA REIS, S. R.; EGEEA, M. B. Desenvolvimento de pasta cremosa vegetal à base de amêndoa de baru, Castanha-do-Brasil e Cacau. In **Revista Brasileira Multidisciplinar**, [S.L.], v. 24, p. 146-155, 2021. (SciELO). Disponível em: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i2.1085>. Acesso em: 26 jun 2022

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. In **Journal of Functional Foods**, [S.L.], v. 9, p. 225-241, jul. 2014. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.030>. Acesso em: 15 mai 2022

VIANA, H.N.A.C.; SGANZERLA, W.G.; CASTRO, L.E.N.; VEECK, A.P. de L. Characterization of baru (*Dipteryx alata Vog.*) and application of its agro-industrial by-product in the formulation of cookies. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 12, 100577, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100577>. Acesso em: 12 nov 2023

VIEIRA, R. F., AGOSTINI-COSTA, T. D. S., SILVA, D. B., SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial plantas para o futuro-região centro-oeste. In **Ministério do Meio Ambiente, Brasília**, p. 109-118, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Roberto-Vieira-2/publication/322275633_Capitulo_5_-_Especies_Alimenticias_Nativas_da_Regiao_Centro-Oeste/links/5a4faf8b0f7e9b36f852c68f/Capitulo-5-Especies-Alimenticias-Nativas-da-Regiao-Centro-Oeste.pdf. Acesso em 15 mai 2022.

Sobre as editoras



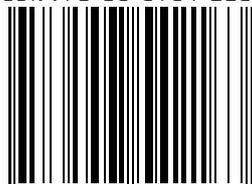
A professora Mariana Buranelo Egea é graduada em Tecnologia em Alimentos pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 2007), com mestrado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina (UEL, 2010), doutorado em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal do Paraná (UFPR, 2014) e pós-doutorado pelo Department of Food Science and Technology da Oregon State University (US) (2019-2020). Tem atuado com alimentos funcionais (origem vegetal/plant-based/non-dairy) e seus compostos bioativos naturalmente presentes ou adicionados, e com estratégias de adição destes compostos na alimentação humana, como o desenvolvimento de produtos, e seu efeito no metabolismo humano. Atualmente, é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde.



A professora Sibeles Santos Fernandes é graduada em Engenharia de Alimentos e Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG, 2014 e 2017), com mestrado e doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG, 2016 e 2020), e pós-doutorado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde (IF GOIANO, 2022). Tem atuado na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Engenharia de Alimentos e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente com sementes oleaginosas, panificação, embalagens biodegradáveis e microalgas. Atualmente, é professora na Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

EDITORA E GRÁFICA DA FURG
CAMPUS CARREIROS
CEP: 96203-900
editora@furg.br

ISBN 978-65-5754-216-3



9 786557 542163