



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS RIO VERDE -
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU* EM
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**ÓLEO DA AMÊNDOA DE BARU (*Dipteryx alata* vog.) POR
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO**

Autora: Ana Carolina Muniz Ferreira

Orientador: Dr. Rogério Favareto

Coorientador: Dr. Celso Martins Belisário

Rio Verde – GO

Março - 2023

ÓLEO DA AMÊNDOA DE BARU (*Dipteryx alata* vog.) POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Linha de pesquisa: Pós-colheita e processamento de grãos e vegetais.

Autora: Ana Carolina Muniz Ferreira

Orientador: Dr. Rogério Favareto

Coorientador: Dr. Celso Martins Belisário

Rio Verde – GO

Março - 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

FF3836 Ferreira, Ana Carolina Muniz
ÓLEO DA AMÊNDOA DE BARU (*Dipteryx alata* vog.) POR
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO / Ana Carolina Muniz
Ferreira; orientador Dr. Rogério Favareto; co-
orientador Dr. Celso Martins Belisário. -- Rio
Verde, 2023.
81 p.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) -
- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2023.

1. *Dipteryx alata* vog.. 2. amêndoa de baru. 3.
óleo de baru. 4. métodos de extração. 5. compostos
bioativos. I. Favareto, Dr. Rogério, orient. II.
Martins Belisário, Dr. Celso, co-orient. III. Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> CC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

Ana Carolina Muniz Ferreira

Matrícula:

2020202330740010

Título do trabalho:

ÓLEO DA AMÊNDOA DE BARU (*Dipteryx alata* vog.) POR DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 04 / 07 / 2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

• Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

• Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

• Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

04 / 07 / 2023

Local

Data

Ana Carolina Muniz Ferreira

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Rogério Forattini

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÓLEO DA AMÊNDOA DE BARU (*Dipteryx alata* Vog) POR
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

Autora: Ana Carolina Muniz Ferreira
Orientador: Rogério Favareto

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração em
Tecnologia de Alimentos

APROVADA em 28 de março de 2023.

Dr. Celso Martins Belisário
Avaliador interno
IF Goiano/RV

Dr. Leandro Ferreira Pinto
Avaliador externo
Universidade Estadual Paulista

Dra. Camila da Silva
Avaliadora externa
Universidade Estadual de Maringá

Dr. Rogério Favareto
Presidente da Banca
IF Goiano/RV

Documento assinado eletronicamente por:

- Rogerio Favareto, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/03/2023 11:28:33.
- Celso Martins Bellsario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/03/2023 11:32:16.
- Camila da Silva, Camila da Silva - Professor Avaliador de Banca - Uem (79151312000156), em 28/03/2023 13:26:29.
- Leandro Ferreira Pinto, Leandro Ferreira Pinto - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500), em 29/03/2023 22:24:51.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 12/09/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 424571

Código de Autenticação: 3c51816ab7



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter dado a oportunidade de correr atrás dos meus sonhos e ter sustentado por todo esse período tão assustador que passei, durante o período da pandemia e do Mestrado.

Aos meus avós, mãe, pai, irmãos e todos aqueles que estiveram ao meu lado durante esse período. A minha amiga Kellen, por ter me ajudado e dado forças para iniciar e continuar, ao meu amigo e colega de profissão Valtemir, que esteve comigo durante as disciplinas.

Ao meu professor e orientador Dr. Rogério Favareto e o meu coorientador Dr. Celso Martins Belisário, pelos ensinamentos, análises e paciência. Aos colegas do laboratório André e Antônio, por me ajudarem e acompanharem nas análises.

Ao IFGOIANO – Campus Rio Verde, pela oportunidade, a professora Mariana e ao professor Leandro, que me inspirava durante o período de aulas e ao professor Marco Antônio, por ter cedido as análises de baru da sua propriedade rural.

Agradeço a todos do PPGTA – Rio Verde, pelo apoio, reconhecimento e companheirismo.

A UNESP e ao Laboratório de Engenharia de Energia, ao Professor Leandro e ao aluno Guilherme, pela contribuição para a realização de algumas amostras.

Enfim, agradeço a cada um que contribuiu diretamente ou indiretamente para essa conquista.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ana Carolina Muniz Ferreira, nasceu no dia 14 de outubro de 1987 em Santa Helena de Goiás – Goiás, filha de Ana Lúcia de Paula Muniz Ferreira e Marco Valério Ferreira. Em 2007 iniciou na graduação em Nutrição, na Fesurv. Em 2020 ingressou no mestrado profissional em Tecnologia de Alimentos, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, sob orientação dos professores Dr. Rogério Favareto e Dr. Celso Martins Belisário.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	2
1.1 - O cerrado	3
1.2 - O baru	4
1.3 - O baru e a extração lipídica	9
1.4 - Extração supercrítica	12
1.5 - Extração Soxhlet	13
1.6 - O baru e compostos bioativos	15
1.7 - Atividade antioxidante - fenólicos e taninos, flavonoides e pirocatequinas	15
1.8 - O baru na indústria alimentícia	17
Referências Bibliográficas	18
2. OBJETIVOS	29
2.1 OBJETIVO GERAL.....	29
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
3 CAPÍTULO I	31
3.1 - INTRODUÇÃO	32
3.2 - MATERIAL E MÉTODOS	34
3.2.1 - Preparação da amostra	34
3.2.2 - Análise proximal e micronutrientes	34
3.2.3 - Processo de extração do óleo de baru	35
3.2.3.1 - Extração do óleo de baru por Soxhlet	36
3.2.3.2 - Extração do óleo de baru por supercrítica	36
3.2.4 - Flavonoides	37
3.2.4 - Perfil de ácido graxo	37
3.2.5 - Compostos bioativos	38
3.2.6 - Análise estatística	38
3.3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.3.1 - Composição proximal da amêndoa do baru	40
3.3.2 - Macro e Micronutrientes	42
3.3.4 - Rendimento das extrações do óleo	42

3.3.5 - Flavonoides	48
3.3.6 - Compostos bioativos	51
3.3.7 - Perfil de ácidos graxos	51
3.4 – CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
4 - CAPÍTULO II – Influência do consumo do baru na saúde humana.....	63
5 - CONCLUSÃO GERAL	63

ÍNDICE DAS FIGURAS

	Página
Figura 1. Divisão dos biomas brasileiros	2
Figura 2. Árvore barueira (Lillian Brandt)	4
Figura 3. Visão geral do fruto do baru (<i>Dipteryx alata</i> vog.)	5
Figura 4. Estrutura química do ácido graxo monoinsaturado (possuem uma ligação dupla na cadeia carbônica): Ácido oleico e do Ácido graxo poli-insaturado (possuem duas ou mais ligações duplas na cadeia carbônica): ácido linoleico	9
Figura 5. Diagrama Pressão x Temperatura (AHANGARI <i>et al.</i> , 2021)	12
Figura 6. Estruturas química de alguns ácidos fenólicos	15
Figura 7. Superfície de resposta que descreve o comportamento do rendimento da extração em função da temperatura e pressão com vazão constante de CO ₂	44

INDÍCE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Composição química aproximada da amêndoa de baru relatada na literatura	8 11
Tabela 2 - Percentuais de gorduras de fontes oleaginosas	
Tabela 3 – Fatores e níveis para o planejamento fatorial 2 ² com ponto central	36
Tabela 4 – Condições experimentais e resultados de extração para a extração de metabólicos do óleo de baru utilizando CO ₂ supercrítico e Soxhlet	40
Tabela 5 – Dados de ANOVA para óleo obtido usando o planejamento experimental Box Behken de um sistema de três variáveis para extrações de CO ₂	46
Tabela 6 – Composição flavonoides da amêndoa do baru	47
Tabela 7 – Composição de fitosteróis da amêndoa de baru (<i>D. alata</i>), no município de Rio Verde – Goiás no ano de 2021	49
Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos do óleo de amêndoas de baru	51

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo – Sigla

AACC - American Association for Clinical Chemistry

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

B – Boro

Ca - Cálcio

CEP – extração assistida por campo elétrico do pulso

CO₂ – dióxido de carbono

Cu – Cobre

°C - Grau Celsius

DCV - Doença cardiovascular

EEA – Extração enzimática aquosa

EAM – extração assistida por micro-ondas

EAU – extração assistida por ultrassom

EAAP – extração assistida por alta pressão

IFGoiano – Instituto Federal Goiano

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FS – Fluido supercrítico

Fe – Ferro

GAE – ácido gálico equivalente

TL – teor de lipídeos

UNESP – Universidade Estadual de São Paulo

Mg – Magnésio

Mn – Manganês

ME - Massa da amostra após extração do óleo

MS – Massa amostra seca

N – Nitrogênio

S – Enxofre

K - Potássio

P - Fósforo

UV - Ultravioleta

Zn – Zinco

RESUMO

FERREIRA, ANA CAROLINA MUNIZ. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde - GO. Março de 2023. Óleo da amêndoa do baru (*DIPTERYX ALATA* VOG.) por diferentes métodos de extração. 2023. Orientador: Prof. Dr. Rogério Favareto. Coorientador: Prof. Dr. Celso Martins Belisário.

Há interesse crescente pelo estudo das espécies nativas do cerrado nos últimos anos. O cerrado destaca-se na predominância de produtos nativos de interesse como por exemplo, a amêndoa de baru (*Dipteryx alata* vog.), o elevado teor em lipídeos da semente do baru a torna boa fonte energética e viável para extração de óleo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento do óleo da amêndoa de baru por diferentes métodos de extração, determinar a composição proximal do baru, determinar a atividade fenólica, compostos bioativos e perfil de ácidos graxos do óleo da amêndoa de baru extraído com solventes orgânicos e supercrítico. A composição proximal da amêndoa do baru mostrou-se rica em proteína ($22,01 \pm 0,43$), lipídios ($37,13 \pm 0,45$ g/100 g), carboidrato ($32,06 \pm 0,16$) e com baixo teor de umidade ($5,05 \pm 0,32\%$). Em relação a macro e micronutrientes os resultados encontrados foram N (53,4 g/kg), P (5,2 g/kg), K (14,3 g/kg), Ca (1,2 g/kg), Mg (1,5 g/kg), S (1,8 g/kg), Fe (66,5 mg/kg), Mn (21,8 mg/kg), Cu (21,5 mg/kg), Zn (31,1 mg/kg), B (9,3 mg/kg). Ademais, o método de extração com maior rendimento foi a extração por Soxhlet com solvente hexano ($38,30\% \pm 0,47$) seguido pela extração supercrítica com CO₂ (30,36%) na condição de 280 BAR e 40°C. Observa-se que para as extrações supercríticas a maior pressão e a menor temperatura foram as melhores condições. Dentro as vantagens do uso do CO₂ supercrítico são o fato de não ser um componente tóxico, a redução no tempo da extração e a manutenção dos constituintes químicos do óleo. Em relação ao estudo de flavonoides do óleo da amêndoa do baru extraídos por CO₂ supercrítico, nas temperaturas de 50°C e 60°C os teores de flavonoides foram maiores (274,83 e 277,12 mg/100g, respectivamente). Adicionalmente, o maior composto bioativo encontrado nas amostras foi o β-sitosterol (65 a 106 mg/100 g). O maior rendimento de ácido oleico foi na extração Soxhlet, 54,34 mg/100g e o menor pelo método Supercrítico 51,10 mg/100g, e obteve-se mais extração de ácido linoleico pelo método Supercrítico (28,56 mg/100g) e menor extração por Soxhlet (21,73 mg/100g). Diante disso, a crescente demanda por produtos ricos em compostos bioativos incentivam estudos que explorem alimentos que beneficiam o seu

consumo e incentivem a exploração industrial de produtos alternativos com aplicação no âmbito industrial e comercial nos setores alimentício, farmacêutico e medicinal.

Palavras-Chave: *Dipteryx alata* Vog, amêndoa de baru, óleo de baru, métodos de extração, compostos bioativos.

ABSTRACT

There has been a growing interest to study the native species of the Cerrado in recent years. The cerrado stands out in the predominance of native products of interest, such as the baru almond (*Dipteryx alata* vog.), which its seed high lipid content turn it in a good energy source and viable for oil extraction. Thus, the objective of this work was to evaluate the baru almond oil yield by different extraction methods, as well as determine its proximal composition, the phenolic activity, bioactive compounds, and fatty acid profile of baru almond oil extracted with organic and supercritical solvents. The baru almond proximal composition was rich in protein (22.01 ± 0.43), lipids (37.13 ± 0.45 g/100 g), carbohydrate (32.06 ± 0.16) and with low moisture content ($5.05 \pm 0.32\%$). Regarding macro and micronutrients, the results found were N (53.4 g/kg), P (5.2 g/kg), K (14.3 g/kg), Ca (1.2 g/kg), Mg (1.5 g/kg), S (1.8 g/kg), Fe (66.5 mg/kg), Mn (21.8 mg/kg), Cu (21.5 mg/kg), Zn (31.1 mg/kg), B (9.3 mg/kg). Furthermore, the extraction method with the highest yield was Soxhlet extraction with hexane solvent ($38.30\% \pm 0.47$) followed by supercritical extraction with CO₂ (30.36%) at 280 BAR and 40°C. It is observed that for supercritical extractions the highest pressure and lowest temperature were the best conditions. Among the advantages of using supercritical CO₂ are the fact that it is not a toxic component, the reduction in extraction time and the maintenance of the oil chemical constituents. Regarding the study of flavonoids from baru almond oil extracted by supercritical CO₂, at temperatures of 50 oC and 60 oC the flavonoid contents were higher (274.83 and 277.12 mg/100g, respectively). Additionally, the highest bioactive compound found in the samples was β -sistosterol (65 to 106 mg/100 g). The highest oleic acid yield was in the Soxhlet extraction, 54.34 mg/100g and the lowest by the Supercritical method 51.10 mg/100g, and more linoleic acid was obtained by the Supercritical method (28.56 mg/100g) and lower extraction by Soxhlet (21.73 mg/100g). In view of this, the growing demand for products rich in bioactive compounds encourage studies that explore foods that benefit their consumption and encourage the industrial exploration of alternative products with application in the industrial and commercial scope in the food, pharmaceutical and medicinal sectors.

Keywords: *Dipteryx alata* Vog, baru almond, baru oil, extraction methods, bioactive compounds.

INTRODUÇÃO

1.1 O cerrado

O cerrado brasileiro é um dos biomas mais rico em diversidade no mundo e se estende por uma área de 2 milhões de km², aproximadamente 23% do território nacional, pelos estados de: Mato Grosso, Piauí, Bahia, Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia, São Paulo e Distrito Federal (SOARES *et al.*, 2017). Uma grande diversidade genética pode ser encontrada na região sudoeste do bioma cerrado, com solos ácido, estas plantas provavelmente desenvolvem mecanismos de tolerância a condições adversas do solo como alta concentração de metais e pH extremamente ácidos (SILVA *et al.*, 2020; NIEDACK *et al.*, 2021). A Figura 1 apresenta a divisão dos biomas brasileiros, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o território brasileiro possui 6 biomas.



Figura 1. Divisão dos biomas brasileiros.

Fonte: <https://www.ibge.gov.br>

As plantas do cerrado são altamente ricas em compostos bioativos e por causa da capacidade de adaptação as condições ambientais distintas como períodos de secas, solo

pobre, grande ocorrência de incêndios, alta incidência de UV criam mecanismos de defesa para se protegerem e evoluírem (REIS *et al.*, 2019). Uma variedade de frutos e espécies de plantas ricas da região estão sendo estudadas para analisar a composição química, valor nutritivo e métodos de conservação (CARRAZA *et al.*, 2012). Espécies frutíferas do cerrado são de grande interesse para a indústria alimentícia por terem propriedades nutricionais benéficas à saúde (GUEDES *et al.*, 2017).

O cerrado possui diversas espécies de plantas com valor nutricional, além de se destacar por ter forte valor econômico agregado e ser potencial gerador de renda para as populações rurais. Rico em nutrientes, os frutos do cerrado são capazes de combater deficiências nutricionais. Entre estes frutos há o baru (*Dipteryx alata* Vog.), caracterizado por constituir uma castanha de cor marrom e uma casca fina que abriga uma amêndoa dura e comestível (CARVALHO *et al.*, 2016; GOMES *et al.*, 2019; SOARES, 2018). O baru possui potencial para plantação em escala comercial enorme, com alta produtividade, crescimento rápido e apresentando mais de 95% de sobrevivência, resultando em alta produtividade, com a castanha de fácil armazenamento e com baixa incidência de doenças e pragas (EMBRAPA, 2004).

1.2 O baru

O barueiro é uma árvore frondosa pertencente à família da Fabaceae (MORAES *et al.*, 2018), sendo a semente de seus frutos, denominada noz de baru (OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020), atinge em média 15 m e pode alcançar mais de 25 m altura, sua primeira frutificação acontece em seis anos. A Figura 2 apresenta uma ilustração da árvore do baru. O fruto é do tipo drupa, ovoide, de cor marrom e achatado, possui cerca de 3 a 6 cm de comprimento e de 1,5 a 4,5 cm de largura e massa de 14 a 43 g (SANO *et al.*, 2016). A safra acontece de agosto a novembro e as condições de solo e clima podem influenciar na produção de frutos. Os frutos pesam em média 25 g e é possível aproveitar a 39% da polpa, 65% do endocarpo e 5% da amêndoa (SANCHEZ, 2014).



Figura 2. Árvore barueira (Lillian Brandt).

Fonte: <https://www.cerratinga.org.br/especies/baru/>

A castanha de baru é classificada como fruto do tipo drupa, de polpa fibrosa com centro endurecido contendo uma única semente comestível (Figura 4) (FREITAS e NAVES, 2010). O baru possui inúmeras propriedades nutricionais e sendo uma espécie nativa do cerrado e pode ser utilizada no reflorestamento ambiental promovendo renda para agricultura familiar (POZZOBON *et al.*, 2020). A Figura 3 apresenta uma visão geral do fruto do baru.

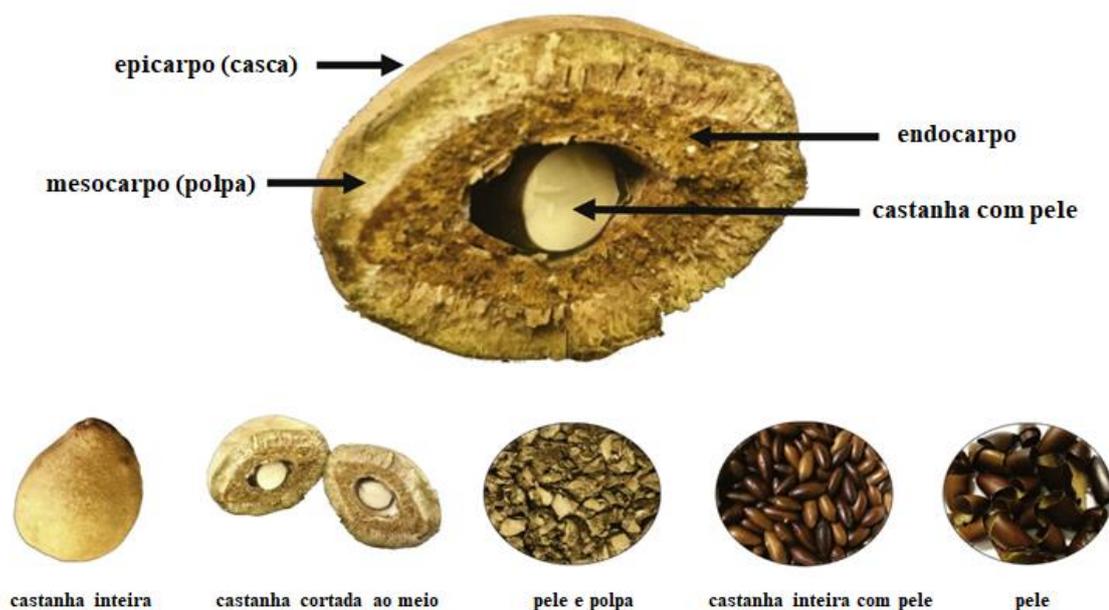


Figura 3. Visão geral do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.).

Fonte: ALVES-SANTOS *et al.*, 2021

A exploração comercial do baru começou na década de 1990 e é sustentada pelo extrativismo. Com utilização na culinária, pode ser substituto de nozes em receitas, e pode ser utilizada como ingredientes em: barras de cereais, bombons, pães, bolos, licores, mousses, molho pesto, dentre outros. É um ingrediente promissor no mercado alimentício pela facilidade de transporte e armazenamento. A casca e a amêndoa podem ser aproveitadas pela indústria alimentícia e a casca do caule e as folhas têm poder medicinal na cultura popular (SANO *et al.*, 2016).

O baru pode ser aplicado de diversas formas, sua amêndoa pode ser processada em farinha e a polpa e pode ser utilizada na produção de doces ou pode ser submetida à torrefação e da semente, pode-se extrair o óleo (KIKUMORI *et al.*, 2022). O baru pode ser considerado um ingrediente para adição em bolos e similares, com boa aceitação pelo público infantil (ORTOLAN *et al.*, 2016). Rico em proteína, lipídeo insaturado, fibras e minerais essenciais, pode ser incluída no Programa de Alimentação Escolar pelos agricultores locais (MORAES *et al.*, 2011).

Pineli *et al.*, 2015, destaca que pelo alto teor de lipídeos presente nas amêndoas, as mesmas podem ser usadas para obter óleo comestível. Kalume *et al.*, 1995,

desaconselha o consumo do fruto *in natura* e sugere pré-tratamento térmico para inativação de fatores antinutricionais.

Com composição nutritiva, cerca de 26% de proteína, 48% de lipídeos e 23% de carboidratos, apresentando 631 kcal por 100 gramas (LEMOS, 2012). O fruto possui altos teores de ácidos graxos, principalmente de ácido oleico (ω -9) e ácido linoleico (ω -6), acompanhados pelo ácido palmítico (LOUREDO *et al.*, 2014). A polpa do baru é composta por amido, fibra solúvel e açúcares, é rica em vitaminas e minerais, tais como: potássio, cobre, ferro, cálcio, fósforo e magnésio. A castanha apresenta apenas 5% do fruto e possui alto valor biológico (MUNHOZ *et al.*, 2018).

Sugere-se a utilização do óleo do baru na alimentação humana, por sua semelhança a outros óleos vegetais, sendo rico em ácidos graxos. Os ácidos poli-insaturados como o óleo linoleico é capaz de reduzir frações de lipoproteínas de baixa intensidade (LDL) e de muita baixa intensidade (VLDL) (PEREIRA, 2010).

A casca e a polpa do baru são resíduos sólidos comumente desperdiçados no processamento e a polpa apesar de ser ainda pouco usada na alimentação humana é aproveitada pelo gado quando o fruto cai da árvore devido seu sabor adocicado (SANO *et al.*, 2016). Contudo, as amêndoas apresentaram as maiores concentrações lipídicas e proteicas em comparação com a casca de baru e a polpa (SANTIAGO *et al.*, 2018).

No Brasil, a castanha de baru torrada é muito consumida pelo sabor semelhante ao amendoim e seu alto valor nutricional. O baru é um dos inúmeros recursos naturais nativos do cerrado, sua frutificação acontece na fase adulta, na época da seca e produz frutos com polpa carnosa, seus frutos são colhidos e consumidos pela fauna e população local e comercializados em lojas/empórios nos centros urbanos (VERA *et al.*, 2009; ALVES *et al.*, 2010).

Alimentos à base de castanha de baru como: bebidas ou extratos hidrossolúveis, têm sido sugeridos como alternativas alimentares saudáveis, de fácil consumo e alto teor nutricional para indivíduos que possuem restrições a compostos presentes em alguns alimentos proteicos (SILVA *et al.*, 2020).

Os frutos e as sementes do baru possuem grandes variações biométricas em relação ao volume e peso dos frutos e durante uma pesquisa nos anos de 2012 e 2013 no

município de Nova Xavantina – MT, essa diferença foi significativa entre os anos e Zuffo *et al.*, 2014, afirma que as condições climáticas podem propiciar a expressão das características biométricas.

O baru tem composição nutricional rica em fibras, proteína, lipídios e compostos antioxidantes, os benefícios dos compostos bioativos encontrados na polpa e na amêndoa podem ser interessantes para a indústria de alimentos e de nutracêuticos, portando deve-se investir pesquisas que encontre métodos mais eficientes e econômicos para obtenção desses compostos com propriedade funcional (BATISTA *et al.*, 2019).

A pesquisa é um recurso que pode ser utilizado para produção de novos itens alimentícios, com elevado valor nutricional e que ofereça um custo-benefício acessível, podendo ser utilizada para estimular a valorização e consumo das espécies nativas do cerrado e a utilização adequada de seus recursos, dessa forma, contribuindo para incentivar o manejo sustentável e o cultivo econômico destas espécies e para a preservação de espécies (FASOLIN *et al.*, 2007; FRAGUAS *et al.*, 2014).

Valorizada na região do cerrado, o baru apresenta dificuldades na comercialização por causa do desconhecimento sobre o manejo, flutuação na produção sazonal e dos preços, desconhecimento do mercado e da agregação de valor, dificuldade da inserção no mercado, irregularidade na produção dos frutos e desenvolvimento de embalagem adequada para manter a crocância da amêndoa torrada. Aspectos positivos que favorecem a produção do baru na cadeia de comercialização são: alta produtividade, facilidade de transporte e armazenamento dos frutos e qualidade do produto. A comercialização na forma torrada é a mais significativa e o preço para comercialização em Brasília – DF variou de R\$ 25,00/kg a 40,00/kg podendo até dobrar na entressafra (SANO *et al.*, 2016).

A Tabela 1 apresenta dados encontrados na literatura sobre a composição química (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras totais) aproximada da amêndoa de baru.

Tabela 1 – Composição proximal da amêndoa de baru relatada na literatura.

Componentes %	Referência bibliográfica						
	Siqueira, Pacheco e Naves, 2015	Takemoto <i>et al.</i> , 2001	Freitas <i>et al.</i> , 2010	Lima, 2012	Borges, 2013	Souza <i>et al.</i> , 2019	Fernandes <i>et al.</i> , 2015
Umidade	7,38 ±0,19		4,83	6,18	3,67	5,68	3,17
Cinzas	2,46 ±0,43		3,06	2,77	3,05	2,54	3,01
Proteínas	19,72 ±0,11	23,9	26,22	23,66	24,82	25,92	28,94
Lipídeos	38,37 ±0,07	38,2	41,04	37,19	39,41	38,4	42,40
Fibra total	12,60 ±0,30	13,4	13,90				11,70

1.3 O baru e a extração lipídica

A resolução ANVISA RDC 270 de 2005 define que “os óleos vegetais apresentam-se na forma líquida à temperatura de 25°C e as gorduras vegetais apresentam-se na forma sólida ou pastosa à temperatura de 25°C” (BRASIL, 2005).

Existem muitas metodologias para extração dos óleos vegetais como o baru, essas podem ser de forma: artesanal, mecânica e química. Obtém-se o óleo de baru de forma artesanal a partir de torra e da trituração das amêndoas submetidas ao cozimento em água (ALMEIDA, 1987). O óleo é extraído de forma mecânica por meio de prensas hidráulicas ou contínuas, que aplicam força de compressão sob a matéria-prima obtendo uma matéria prima mais pura em relação a extração química (BRENNAN *et al.*, 1990). A extração química é amplamente utilizada na indústria de alimentos, após o pré-tratamento, o material é laminado, a fim de aumentar a superfície de contato com o solvente (éter de petróleo, acetona ou hexano). Durante o aquecimento, ocorre a transferência do óleo da fase sólida para a fase líquida e o solvente evapora (GEANKPOLIS, 2003).

O óleo da semente do baru extraído por processo mecânico a frio e é rico em ácidos graxos monoinsaturados (oleico e linoleico) e poli-insaturados, cujas estruturas moleculares são apresentadas na Figura 4 (BORGES, 2013). Extrai-se cerca de 80% do conteúdo do óleo do baru por prensagem mecânica das amêndoas, resultando um material sólido, denominado torta ou bolacha da amêndoa, que se caracteriza por ser parcialmente desengordurado e rico em proteína, que será posteriormente triturada e comercializada como farinha de baru, enriquecendo pratos da culinária local (ARACAVA, 2018). O método tradicional de extração por prensagem a frio é mais simples e seguro promovendo maior qualidade final do óleo obtido, sem o uso de solventes e sem presença de resíduos químicos (SOUZA *et al.*, 2012).

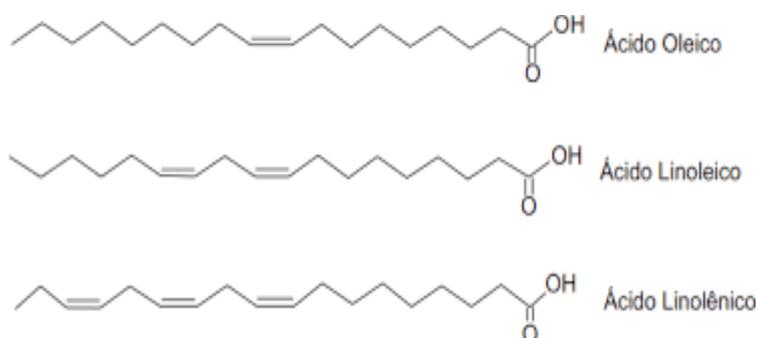


Figura 4. Estrutura química do ácido graxo monoinsaturado (possuem uma ligação dupla na cadeia carbônica): Ácido oleico e do Ácido graxo poli-insaturado (possuem duas ou mais ligações duplas na cadeia carbônica): ácido linoleico.

Fonte: Damodaran *et al.*, 2010.

Segundo Pinto *et al.*, 2018, faltam estudos que objetivem determinar os melhores parâmetros de temperatura e velocidade de rotação da prensa, para extração do óleo de baru por prensagem mecânica, para melhor aproveitamento e qualidade para as indústrias.

Enquanto os métodos físicos de extração são capazes de recuperar cerca de 80% do óleo presente no material oleaginoso; utiliza-se diferentes tecnologias para recuperar os 20% restante, que podem ser: hidrodestilação, extração enzimática aquosa (EEA), extração assistida por micro-ondas (EAM), extração assistida por ultrassom (EAU),

extração assistida por campo elétrico de pulso (CEP), extração assistida por alta pressão (EAAP) (PUERTOLAS *et al.*, 2016, FERRENTINO *et al.*, 2018).

Apesar da extração do óleo vegetal do baru já ser comercializada nos grandes centros como óleo bruto, existem poucos estudos que mostram o seu comportamento no processo de aquecimento convencional. Está estabelecido que existem diferenças significativas no comportamento do óleo do baru bruto extraído por aquecimento em micro-ondas em diferentes tempos de exposição, sendo proporcionalmente mais prejudicial a composição e a qualidade do óleo o tempo de exposição de aquecimento da amostra. Ficando estabelecido que o uso do óleo do baru é mais indicado sem aquecimento (BORGES, 2013).

Com o objetivo de aumentar o rendimento do óleo de extração o material deve passar por processo de secagem, quando ocorre a ruptura das paredes celulares facilitando o contato do solvente com o soluto. A temperatura torna-se variável importante na preservação das propriedades do óleo (GUIMARÃES *et al.*, 2020).

Morais *et al.*, 2021, avaliou a influência das temperaturas de secagem nas características físico-químicas da polpa de baru e encontrou maiores valores de acidez na secagem a 60 e 70°C, e relacionou com a redução da degradação microbiológica no armazenamento. As temperaturas de secagem não influenciaram na concentração de compostos fenólicos totais e nem na concentração de taninos. Porém para a manutenção de maiores teores de flavonoides, a temperatura de secagem não pode ser superior a 70°C. As atividades antioxidantes são favorecidas nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, e os compostos bioativos e atividade antioxidante, em temperaturas entre 60 e 70°C. A polpa do baru pode fornecer substâncias com propriedades bioativas, elevada atividade antioxidante e recomenda-se a temperatura de secagem de 60 e 70°C.

A extração mecânica rompe os tecidos da oleaginosa através de pressão suficiente para liberar o extrato oleoso, e é um método muito empregado para obtenção de óleos especiais como: azeite de oliva extra virgem ou azeite de colza virgem e óleos produzidos em pequena escala (MATTHÄUS, 2012).

O solvente utilizado sob a matéria-prima deve ser insolúvel em água, com densidade diferente da água e com baixo ponto de ebulição para facilitar a separação após

a extração. O solvente é capaz de fazer contato com a matéria-prima e dissolver os lipídios penetrando na parede celular da biomassa (BRUNNER, 2005).

Apesar dos óleos e lipídios serem muito utilizados na indústria alimentícia, eles podem ser utilizados em outros produtos não comestíveis, como: os cosméticos, vernizes, adesivos, lubrificantes, sabões, resinas sintéticas, graxas, tintas, ceras, biocombustíveis e muitos outros produtos (MWAURA *et al.*, 2019).

Avaliar o percentual de gordura é fator importante para analisar o rendimento da extração, da amostra e as suas características. Existe na literatura vários estudos que caracterizaram o percentual em várias amêndoas, conforme apresentado na Tabela 2 (CARVALHO *et al.*, 2022).

Tabela 2 - Percentuais de gorduras de fontes oleaginosas.

Amostras	Percentual de gorduras
Gergelim	53,57 (Ji <i>et al.</i> , 2019)
Noz	54,14 (Djikeng <i>et al.</i> , 2017)
Avelã	63,38 (Al Juhaumi <i>et al.</i> , 2017)
Amêndoa de coco	48,7-64,5 (Zhou <i>et al.</i> , 2019)
Baru	32,62 (Fetzer <i>et al.</i> , 2018)

1.4 Extração supercrítica

O fluido supercrítico (FS "Supercritical Fluid") pode ser definido como qualquer substância que apresenta propriedades de gás e líquido, ambos acima de sua temperatura crítica (Tc) e pressão crítica (Pc) (ZHOU *et al.*, 2021). No estado supercrítico não há distinção da fase líquida e da fase gasosa, a substância pode permear um sólido como um gás, e dissolvê-lo como um líquido (BUDISA *et al.*, 2014). Uma característica importante do FS é sua capacidade de modificar a densidade do produto, mudando a pressão e/ou temperatura, dessa forma, facilitando a extração dos compostos desejados (PIMENTEL-MORAL *et al.*, 2019).

O uso de solventes em condições subcríticas ainda está em desenvolvimento, porém as vantagens quanto ao uso desses solventes parte do princípio de que não apresentam componentes tóxicos, há a redução no tempo de extração e mantêm-se os constituintes químicos do óleo (AMORIM *et al.*, 2020).

Conforme o diagrama de fases apresentado na Figura 5, o fluido está em estado supercrítico quando a sua matéria estiver acima de sua pressão crítica e de sua temperatura crítica.

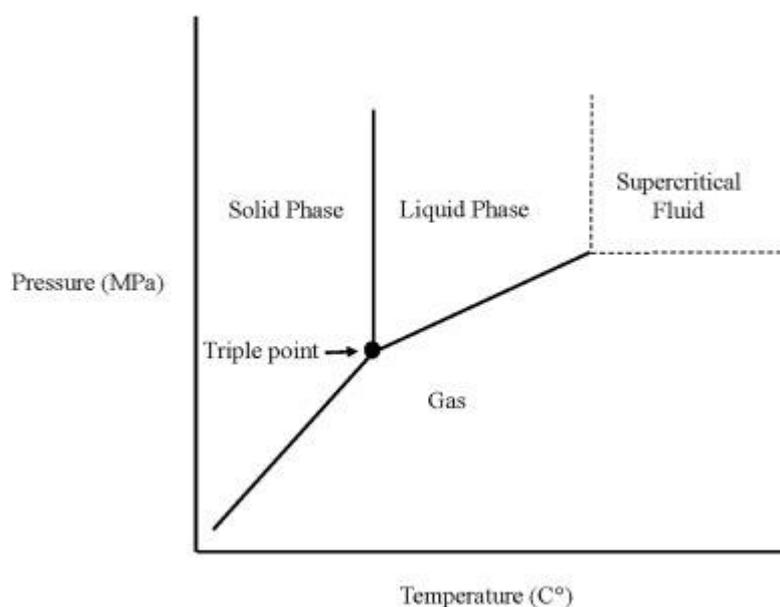


Figura 5. Diagrama Pressão x Temperatura (AHANGARI *et al.*, 2021).

A temperatura desempenha papel importante no rendimento e na qualidade da extração de oleaginosas que, por serem termolábeis, apresentam composição química alterada pelas altas temperaturas (BIMAKR *et al.*, 2016).

1.5 Extração Soxhlet

Segundo Baümler *et al.*, 2016, o uso de hexano, derivado do petróleo, é mais comumente utilizado, porém tem grande impacto para o meio ambiente, para a saúde humana e animal, com o intuito de diminuir o impacto ambiental surgem solventes tais como: acetona, etanol e isopropanol. Com o objetivo da comparação de extratos etanólicos e hexanólicos foi utilizado o solvente etanol na extração de óleo de girassol por Soxhlet e os autores chegaram à conclusão de que o etanol é um solvente alternativo ao hexano.

O solvente hexano é utilizado em escala industrial e possui vantagens, tais como: facilidade de dissolução do óleo, alteração mínima em componentes dos grãos; composição homogênea e estreita faixa de temperatura de ebulição (cerca de 70°C), o que reduz a decomposição do óleo (RODRIGUES, 2014) e algumas desvantagens podem ser listadas, como a alta inflamabilidade e o alto custo (RAMALHO e SUAREZ, 2013).

O solvente mais utilizado na extração de óleos vegetais é o hexano, porém apesar de ser o mais utilizado há grande preocupação por parte da indústria, esse processo carrega consigo grande toxicidade, inflamabilidade, é fruto de uma fonte não renovável e pode ser grande poluidor do meio ambiente quando não recuperado de forma correta. Os métodos de Soxhlet e Goldfish são mais utilizados para a determinação de lipídeos, usando solventes (MORETTO e FETT, 1986; NUNES, 2013).

1.8 O baru e compostos bioativos

As características químicas e físicas do óleo de baru são próximas os de óleo de amendoim e azeites (PINELI *et al.*, 2015). O local em que o baru é cultivado pode interferir na sua composição química por causa das condições ambientais. A polpa de baru tem importantes características antioxidantes e alto teor de fibras (GADIOLI *et al.*, 2021). A amêndoa tem sido apontada como boa fonte de nutrientes antioxidantes e outros compostos bioativos, como os compostos fenólicos (LEMOS *et al.*, 2012).

Carvalho *et al.*, 2016, utilizou os resíduos do processamento da castanha de baru para desenvolver um gelato comestível e avaliou a composição centesimal com diferentes tempos de armazenamento da polpa (3 e 120 dias) e observou-se que a proteína foi o único componente a manter significativamente igual ($P > 0,05$) ao longo de 120 dias de estocagem. Ao avaliar os efeitos fitoquímicos e as propriedades biológicas do *Dipteryx alata* Vog não obteve inibição antimicrobiana no extrato hidroalcoólico bruto da polpa de baru (SANCHES, 2014).

Há diversas pesquisas que relatam características químicas diferentes entre os óleos essenciais de espécies distintas e até mesmo entre espécies iguais. Os óleos essenciais apresentam ação antibacteriana e são potenciais conservantes sintéticos (MILLEZI *et al.*, 2013). Resultados encontrados por Santos *et al.*, 2017, evidenciaram a presença de compostos bioativos desconhecidos e metabólicos secundários da castanha.

1.9 Atividade antioxidante – fenólicos e taninos, flavonoides e pirocatequinas

Os compostos fenólicos são antioxidantes que podem trazer benefícios a saúde, atualmente existe crescente interesse no estudo destes (DAMODARAN *et al.*, 2010). A Figura 6 demonstra a estrutura química de alguns ácidos fenólicos.

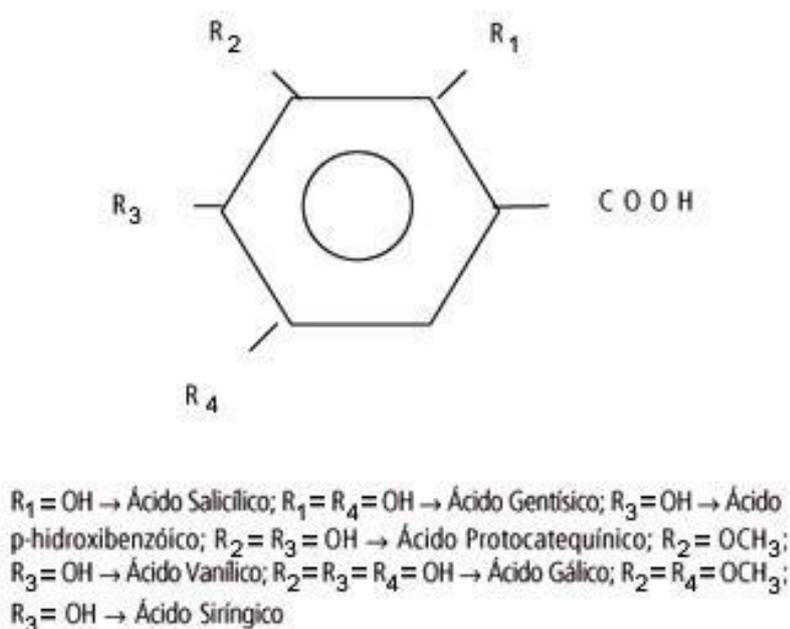


Figura 6. Estruturas química de alguns ácidos fenólicos. Fonte: Damodaran *et al.*, 2010.

A casca grossa que reveste a castanha de baru é uma rica fonte de polifenóis (SILVA *et al.*, 2020). Segundo Oliveira-Alves *et al.*, 2020, poucas são as publicações que relatam a composição fenólica da castanha de baru, no trabalho apresentado identificaram os compostos fenólicos nos extratos de noz de baru torrada e os principais fenólicos encontrados foram os ácidos elágico e gálico, e derivados do ácido gálico, como ésteres do ácido gálico e galotaninos.

Os compostos funcionais presentes na castanha de baru são importantes fontes de antioxidantes naturais, na extração assistida por ultrassom, a castanha de baru foi caracterizada quanto ao seu valor nutricional e composição por Oliveira-Alves *et al.*, 2020, que extraíram compostos fenólicos identificados pelo método LC-DAD-ESI-MS/MS, os principais compostos identificados foram o ácido gálico e seus derivados, como ésteres de ácido gálico e galotaninos, possuindo alta atividade antioxidante.

A extração de óleos essenciais e compostos bioativos de frutos do cerrado agregam valor comercial e nutricional e apresentam potencial no cenário agroindustrial brasileiro. O micro e o nanoencapsulamento dos óleos essenciais visando os compostos bioativos, poderão viabilizar a comercialização dos frutos, gerando emprego e renda à população local, favorecendo a ampliação industrial, minimizando o desperdício e promovendo a geração de coprodutos (REIS *et al.*, 2019).

Segundo Amorim *et al.*, 2020, a forma de extração bem como: a temperatura, o tempo de extração e tipo de solvente podem influenciar diretamente na quantificação desses compostos bioativos presentes nos óleos. Alves et al, 2010, ainda descreve que a polpa de baru possui alto teor de tanino, que está relacionado com a capacidade antioxidante da polpa, os taninos acumulam-se durante os estágios iniciais de desenvolvimento do fruto e diminuem com o tempo, principalmente após 15 dias de armazenamento pós-colheita.

O óleo de baru apresenta alto teor de lipídeos de cadeia insaturada, caracterizando seu potencial antioxidante. A extração do óleo torna-se viável economicamente para a indústria. Para a extração do óleo utiliza-se comumente o solvente hexano, o etanol e isopropanol. O potencial antioxidante do óleo do baru é extremamente importante, pois é capaz de reduzir os danos causados pelos radicais livres que atuam no organismo e que podem retardar o envelhecimento precoce e até mutações e doenças como câncer (SOUZA *et al.*, 2019).

O ácido graxo mais abundante no óleo de baru é o ácido oleico (C18:1) com teores superiores a 47%, seguido pelo ácido linoleico (C18:2) que representa mais de 28% do total de ácidos graxos. Existem frações inferiores de ácido palmítico (C16:0) com teor de 7%, cerca de 4% de ácido lignocérico (C24:0) e cerca de 3% de ácido behênico (C22:0) (BORGES, 2013).

O processo de secagem e moagem pode ser uma alternativa para o aproveitamento e conservação do baru, e ainda podem ser observadas vantagens em relação a maior capacidade antioxidante em farinhas de baru. As farinhas do baru podem ser alternativa positiva para o enriquecimento e formulação de alimentos com relação custo-benefício boa, apresentam método simples e baixo custo de processamento (SILVA *et al.*, 2019).

1.10 O baru na indústria alimentícia

Os alimentos fabricados e destinados ao consumo humano são passíveis de fiscalização de órgãos competentes, padronização de procedimentos de higiene e implementação de Boas Práticas de Fabricação. Os alimentos enriquecidos com castanhas de baru passaram por processo manual (coleta, despulpamento, torragem da castanha e trituração) até serem incorporadas, de fato, ao produto, aumentando a chance de contaminação do produto produzido artesanalmente. Entende-se que todas as medidas que auxiliam na prevenção de contaminações devem ser utilizadas, visto que a ingestão de produtos contaminados pode causar graves prejuízos à saúde, podendo levar a morte em casos mais graves (DA SILVA LUBAS *et al.*, 2016).

As amêndoas de baru *in natura* apresentam umidade 8,41% e com a torrefação essa umidade diminui para 4,43% adquirindo sabor, cheiro e cor característicos. A inserção da amêndoa em produtos já disponíveis comercialmente agrega qualidade nutricional e aumentam o valor comercial do fruto, garante sustentabilidade e é fonte de renda a comunidades rurais (DE PINHO *et al.*, 2015).

Carvalho *et al.*, 2016, avaliou a composição centesimal da polpa de baru ao longo de 120 dias de estocagem e relatou o aumento do valor da umidade, provavelmente as condições ambientais de umidade acarretando no aumento da água livre do alimento e causando instabilidade causando crescimento de fungos.

A processamento do baru em farinha em baru pode ser uma alternativa para incentivo do fruto por se tratar de um fruto sazonal reduzindo assim as perdas pós-colheita do material. Na maior parte das vezes as farinhas não são consumidas na forma de pó, mas participam na forma de ingredientes na: reidratação, mistura, extrusão, formulação de receitas (SILVA *et al.*, 2017; CORREIA *et al.*, 2017).

A castanha do baru é alternativa viável e funcional para enriquecer barras de cereais com sabor regional, Munhoz *et al.*, 2018, desenvolveram uma barra de cereal enriquecida com prebióticos e a barra de cereal apresentou propriedades sensoriais agradáveis, com excelente aceitabilidade sensorial e alta intenção de compra. Sabe-se que produtos com sabores regionais são bem aceitos em produtos já inseridos na dieta habitual da população. No estudo de Cruz e Pertuzatti, 2014, foram avaliadas preparações de

sobremesas lácteas sabor chocolate e baru, no caso da amêndoa de baru acrescentou valor nutricional ao produto, apresentando alto teor de ácido linoleico e de minerais.

Barras de chocolate adicionadas de 35% castanhas de baru apresentaram parâmetros nutricionais satisfatórios, para aumento no teor de umidade, resíduo mineral fixo e proteína, e redução no teor de carboidratos totais, utilizando 35% de amêndoa, tal como menor teor de lipídios e calorias, com adição de 15% dessa amêndoa (DA SILVA LUBAS *et al.*, 2016). Freitas *et al.*, 2014, verificaram melhoria no aspecto nutricional no desenvolvimento de biscoitos enriquecidos com baru para um grupo de celíacos, pelo ao alto teor de fibra alimentar, proteínas, minerais e lipídios. O enriquecimento de sorvete com amêndoa de baru proporcionou aumento na quantidade de lipídeos, valor calórico total, proteínas e de fibras alimentares, e obteve boa aceitação na análise sensorial (aparência, textura e sabor) quando comparado ao padrão.

Estudo realizado por Ortolan *et al.*, 2016, verificou que em bolos do tipo cupcakes adicionado de 12% de farinha de baru resultou em maiores teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, calorias e fibra alimentar, com redução dos carboidratos digeríveis, quando comparada às formulações convencionais, que possuem cerca de 50% a mais de farinha de trigo.

Os bioprodutos obtidos a partir da biomassa residual do fruto do baru é de interesse para fabricação de uma gama de produtos com valor agregado nas refinarias, por terem alto teor de carboidrato, baixo teor de umidade, extrativos e cinza. A alta quantidade de ligninas no mesocarpo bruto do baru contribui para obtenção de insumos aromáticos e carvão na agricultura (JUNIOR *et al.*, 2020).

As farinhas de epicarpo e mesocarpo de baru podem ser uma alternativa para o enriquecimento e formulações de alimentos apresentando ótimo custo-benefício, pois foram obtidas por meio de procedimentos simples e de baixo custo (SILVA *et al.*, 2019).

O uso de amêndoas é apreciado pelo brasileiro e as razões são as variáveis como: disposição do alimento em abundância na natureza, pouca ou nenhuma necessidade de processo de industrialização, rico em nutrientes, rico em ácidos graxos poli-insaturados com ação antioxidante gerando benefícios para a saúde e bem-estar. Dessa forma, o trabalho teve como objetivo a comparação dos métodos de extração do óleo de baru com base nos dados publicados na literatura considerando as análises físico-químicas

comumente realizadas, de modo a agregar no desenvolvimento de possíveis aplicações para o óleo de baru no âmbito da área alimentícia e de cosméticos.

Alimentos funcionais são considerados ricos em nutrientes, como os compostos bioativos, e podem ser encontrados em pequenas quantidades nos alimentos. O baru é um fruto do cerrado, rico em nutrientes e de sabor agradável, sendo assim, muito utilizado na culinária goiana. Tal fruto tem potencial econômico para as famílias que vivem do extrativismo do baru e fazem da sua extração uma fonte de renda familiar. O óleo do baru é extraído da castanha e por ser caracterizado óleo vegetal é rico em ácidos graxos insaturados e ácido oleico. Com interesse de analisar a castanha de baru como alimento rico em nutrientes, com efeito antioxidante e com atividade de compostos bioativos e visando analisar as diferentes extrações do óleo este trabalho foi desenvolvido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, SP DE; SILVA, JA DA; RIBEIRO, J. F. Aproveitamento alimentar de espécies nativas dos Cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, p. 83, 1987.

AL JUHAIMI, F., USLU, N., & ÖZCAN, M. M. The effect of preultrasonic process on oil content and fatty acid composition of hazelnut, pea-nut and black cumin seeds. **Journal of Food Processing and Preservation**, 42(1), 2017.

ALVES, A. M., DE MENDONÇA, A. L., CALIARI, M., & DE ANDRADE CARDOSO-SANTIAGO, R. Chemical and physical evaluation of baru (*Dipteryx alata* Vog.) components for shelf life study. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, 2010.

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.

AMORIM, FRANCIELLY DA ENCARNAÇÃO ET AL. **Capacidade antioxidante, compostos bioativos e atividade antimicrobiana in vitro em amêndoa e óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*)**. 2020.

AHANGARI, H., KING, J. W., EHSANI, A., & YOUSEFI, M. Supercritical fluid extraction of seed oils—A short review of current trends. **Trends in Food Science & Technology**, v. 111, p. 249-260, 2021.

ARACAVAL, KEILA KAZUE. **Extração de óleo de amêndoas de baru via solventes alcoólicos: avaliação da composição do óleo, das alterações proteicas e estudo da recuperação do solvente**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2018.

BATISTA, FRANCINE OLIVEIRA; DE SOUSA, ROMAILDO SANTOS. Compostos bioativos em frutos pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) E baru (*Dipteryx alata* Vogel) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019.

BAÜMLER, ERICA R.; CARRÍN, MARÍA E.; CARELLI, AMALIA A. Extraction of sunflower oil using ethanol as solvent. **Journal of Food Engineering**, v. 178, p. 190-197, 2016.

BIMAKR, M.; GANJLOO, A. Supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds. **Food Nutr. J.**, p. 48-56, 2016.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, p. 991-917, 1959.

BORGES, THAYS HELENA PEREIRA. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás, 2013.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 270/2005: Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras e creme vegetal.

BRENNAN, J. G.; BUTTERS, J. R.; COWELL, N. D.; LILLEY, A. E. V. Food engineering operations. Linton Road, England: **Elsevier Applied Science**, 1990.

BRUNNER, G. Supercritical fluids: technology and application to food processing. **J. Food Eng.** 67, 21–33, 2005.

BUDISA, N.; SCHULZE-MAKUCH, D. Supercritical Carbon Dioxide and Its Potential as a LifeSustaining Solvent in a Planetary Environment. **Life** 4(3), 331-340, 2014.

CARRAZZA, L.R.; ÁVILA, J.C.C.; SILVA, M.L. Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Babaçu (*Attalea spp.*). Brasília – DF. **Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)**. Brasil, 2012.

CARVALHO, A. L. S., MARTELLI, M. C., NASCIMENTO, S. C. C., & BRASIL, D. D. S. B. Óleo de Castanha-do-Brasil: métodos de extração e aplicações na indústria. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, 2022.

CARVALHO, A.; BARBOSA, E.; SIQUEIRA, K. Aproveitamento de Resíduos de Processamento de Castanha de Baru para Desenvolvimento de Gelado Comestível. **Revista Processos Químicos**. 10. p.287-293, 2016.

CORREIA, R.; GRACE, M. H.; ESPOSITO, D.; LILA, M. A. Wild blueberry polyphenol-protein food ingredients produced by three drying methods: Comparative physico-chemical properties, phytochemical content, and stability during storage. **Food Chemistry**. v. 235, n. 1, p. 76–85, 2017.

CRUZ, P. N., & PERTUZATTI, P. B. Sobremesas lácteas sabor chocolate e baru (*Dipteryx Alata Vogel*): Desenvolvimento e caracterização. In **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química** (pp. 1-8). São Paulo: Blucher, 2014

DA SILVA LUBAS, C. C., CÂNDIDO, C. J., SOUZA, S. V. D. S., & GUIMARÃES, R. D. C. A. Qualidade nutricional de barras de chocolate adicionadas de castanhas de baru. **Multitemas**, 2016.

DAMODARAM, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. Química de Alimentos de Fennema. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DE 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. **Unimontes Científica**, v. 17, n. 1, p. 39-49, 2015.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br> > Acessado em 28.mai.2022

DJIKENG, F. T., SELLE, E., MORFOR, A. T., TIENCHEU, B., TOUKO, B. A. H., BOUNGO, G. T., HOUKETCHANG, S. N., KARUNA, M. S. L., LINDER, M., NGOU-FACK, F. Z. & WOMENI, H. M. Effect of Boiling and roasting on lipid quality, proximate composition, and mineral content of walnut seeds (*Tetracarpidium conophorum*) produced and commercialized in Kumba, South-West Region Cameroon. **Food Science & Nutrition**, 6(2), 417–423, 2017.

EMBRAPA -Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. Baru: biologia e uso. Documentos. **EMBRAPA Cerrados**, p. 56, 2004.

FASOLIN, L.H.; ALMEIDA, G.C.; CASTANHO, P.S.; NETTO-OLIVEIRA, E.R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Food Science and Technology**, (27)3, p.524-529, 2007.

FERNANDES, D.C., A.M. ALVES, G.S.F. CASTRO, A.A. JORDÃO. JUNIOR, M.M.V. NAVES, **Effects of baru almond and Brazil nut Against hyperlipidemia and oxidative stress in vivo**, *J. Food Res.*, 4, p.38-46, 2015.

FETZER, D. L., CRUZ, P. N., HAMERSKI, F., & CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata vogel*) seed oil using compressed solvents technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, p. 23-33, 2018.

FRAGUAS, R.M.; SIMÃO, A.A.; SILVA, A.L.; DOS SANTOS, C.M.; ROCHA, D.A.; TAVARES, T.S.; MARQUES, T.R.; DUARTE, M.H.; MARCUSSI, S.; PATTO DE ABREU, C.M. Chemical composition of processed baru (*Dipteryx alata Vog.*) almonds: Lyophilization and roasting. **African Journal of Agricultural Research**, 9(13), p.1061-1069, 2014.

FREITAS, C. J., VALENTE, D. R., & CRUZ, S. P. Caracterização física, química e sensorial de biscoitos confeccionados com farinha de semente de abóbora (FSA) e farinha de semente de baru (FSB) para celíacos. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, 9(4), 1003-1018, 2014.

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.

FERRENTINO, G., ASADUZZAMAN, M., & SCAMPICCHIO, M. M. Current technologies and new insights for the recovery of high valuable compounds from fruits by-products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 58(3), 386–404, 2018.

GADIOLI, IZABEL LUCENA ET AL. Influence of Climatic and Geographical Variations on the Nutritional and Antioxidant Properties of Baru Mesocarp (*Dipteryx alata Vog.*) and the Crystallization of Sucrose by Secondary Nucleation. **Sugar Tech**, p. 1-14, 2021.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport Processes and Separation Process Principles**. 4^a ed. Prentice Hall, Nova Jersey, 2003.

GOMES, ILMA MARQUES ET AL. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante in vitro de frações hidrofílicas e lipofílicas de óleo e amêndoa de baru (*Dipteryx alata vogel*), 2019.**

GUEDES, M. N.; RUFINI, J. C. M.; MARQUES, T. R.; MELO, J. O. F.; RAMOS, M. C. P.; VIOL, R. E. Minerais e compostos fenólicos em diferentes estádios de maturação de frutos de cagaiteira (*Eugenia dysenterica*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, e-360, 2017.

GUIMARÃES, B., SILVA, J., SANTOS, K., & VIEIRA NETO, J. Sequencing of unit operations for integral and sustainable peanut processing. Research, **Society and Development.**, 2020.

JI, J., LIU, Y., SHI, L., WANG, N., & WANG, X. Effect of roasting treatment on the chemical composition of sesame oil. **LWT – Food Science and Technology**, 101, 191-200, 2019.

JUNIOR, C. C. S., RAMBO, M. K. D., DE MELO, P. M., ROMANO, J. K. S., & RAMBO, M. C. D. Avaliação de diferentes pré-tratamentos químicos em biomassas de baru para obtenção de bioprodutos. **Desafios-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 7, n. 1, p. 27-35, 2020.

KALUME, DÁRIO E.; SOUSA, MARCELO V.; MORHY, LAURO. Purification, characterization, sequence determination, and mass spectrometric analysis of a trypsin inhibitor from seeds of the brazilian tree *Dipteryx alata* (leguminosae). **Journal of Protein Chemistry**, v. 14, n. 8, p. 685-693, 1995.

KIKUMORI, G. R. N., & OLIVEIRA, M. C. D. S. **Levantamento bibliométrico sobre o uso tecnológico do baru na produção de alimentos, 2022.**

LEMOS, M.R.B. **Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (*Dipteryx alata Vog.*), submetidas a processo de torrefação.** Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2012.

LIMA, JEAN CARLOS RODRIGUES. **Efeitos dos Parâmetros da Extração e Avaliação da Qualidade Física e Química dos óleos de Baru e Amendoim, 2012.**

LOUREDO, E. G., RAZIA, J. R., LIMA, L. P., SILVA, V. A., FILGUEIRAS, M. L. M., OLIVEIRA, L. F., & OLIVEIRA, I. P. Biscoito tipo cookie enriquecido com baru. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 7(1), p. 16-25, 2014.

MATTHÄUS, B. Oil Technology. In: GUPTA S. K. (ed.), **Technological Innovations in Major World Oil Crops**, Volume 2: Perspectives. Nova York (NY): Springer Science + Business Media, LLC, p. 23-92, 2012.

MILLEZI, A. F., BAPTISTA, N. N., CAIXETA, D. S., ROSSONI, D. F., CARDOSO, M. G., & PICCOLI, R. H. Caracterização e atividade antibacteriana de óleos essenciais de plantas condimentares e medicinais contra *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 15, p. 373-379, 2013.

MORAIS, F. A., BELISÁRIO, C. M., FAVARETO, R., MAIA, G. P. A. G., & CARVALHO, V. D. F. Influência das temperaturas de secagem nas características físico-químicas da polpa do baru. **Agrarian**, v. 14, n. 51, p. 119-126, 2021.

MORAES, C.; ANJOS, J.L.V.; MARUNO, M.; ALONSO, A.; FILHO, P.R. Development of lamellar gel phase emulsion containing baru oil (*Dipteryx alata* Vog.) as a prospective delivery system for cutaneous application. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**. 13(2), p.183-190, 2018.

MORAES, MARIA ÂNGELA BARROS. O Baru e os Camponeses: Uma frutífera do Cerrado e a agricultura familiar sob o jugo do capital. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, 2011.

MORETTO, E.; FETT, R. Óleos e gorduras vegetais (Processamento e análises). Florianópolis: Editora da UFSC, 1986.

MUNHOZ, C. L., FERREIRA, T. H. B., FLORENCIO, E. M. C., & DE SOUZA, L. H. Desenvolvimento de Barra de Cereais de Castanha de Baru Enriquecidas com Prebióticos. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 9-9, 2018.

MWAURAH, P. W., KUMAR, S., KUMAR, N., ATTKAN, A. K., PANGHAL, A., SINGH, V. K., & GARG, M. K. Novel oil extraction technologies: Process conditions,

quality parameters, and optimization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2019.

NIEDACK, L. O. C., DA SILVA DE SOUZA, L. G., DE OLIVEIRA ALVES, L. E., & DAMIANI, C. R. Baru (*Dipteryx alata* Vogel), a woody species characteristic of Cerrado and its phytoremediation potential. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-9, 2021.

OLIVEIRA-ALVEZ, 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. **Food Research International**. v.131, 2020.

ORTOLAN, A. V., EING, K. K. C., SANTOS, M. M. R., CANDIDO, C. J., DOS SANTOS, E. F., & NOVELLO, D. Adição de farinha de baru em cupcakes: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. **O Mundo da Saúde**, v. 40, n. 2, p. 213-220, 2016.

PIMENTEL-MORAL, S.; BORRÁS-LINARES, I.; LOZANO-SÁNCHEZ, J.; ARRÁEZ-ROMÁN, D.; MARTÍNEZ-FÉREZ, A.; SEGURA-CARRETERO, A. Supercritical CO₂ extraction of bioactive compounds from *Hibiscus sabdariffa*. **J. Supercrit. Fluids**, 147, 213–221, 2019.

PEREIRA, N.R. **Estudos oleoquímicos e obtenção de ésteres metílicos e etílicos a partir do óleo extraído do *Dipteryx alata* vog (baru)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2010.

PINELI, L. L. O.; CARVALHO, M.; AGUIAR, L., OLIVEIRA, G.; CELESTINO, S.; BOTEHO, R.; CHIARELLO, M. D. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. **Food Science and Technology**, v.60, n.1, p.50– 55. 2015.

PINTO, DRAUTON DANILO DE JESUS ET AL. **Otimização da extração do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) e influência das condições de armazenamento das amêndoas e safras na qualidade dos óleos obtidos**, 2018.

POZZOBON, TAYRINE MAINKO HOBLOS ET AL. **Síntese enzimática do biodiesel do óleo da semente de Baru (Dipteryx Alata) a partir de lipases fúngicas de Penicillium sumatrense por fermentação em estado sólido.** 2020.

PUERTOLAS, E., ALVAREZ-SABATEL, S., & CRUZ, Z. Pulsed electric field: Groundbreaking technology for improving olive oil extraction. *Inform*, 27(3), 12– 14, 2016.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 2-15, 2013.

REIS, A. F., & SCHMIELE, M. Characteristics and potentialities of Savanna fruits in the food industry. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, e2017150, 2019.

RODRIGUES, R. **Extração, refino e hidrogenação de óleos e gorduras.** Assis: IMESA, 2014, 60 f. Monografia (Graduação em Química Industrial), Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis, 2014.

SANCHEZ, R. M. **Estudo fitoquímico e Propriedades Biológicas da Dipteryx alata Vogel (baru).** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, p.98. 2014.

SANO, SUELI MATIKO; BRITO, M. A.; RIBEIRO, JOSÉ FELIPE. Dipteryx alata: Baru. **Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2016.

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. **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, K, S.; MACHADO, A. L. B.; FREITAS, F. F.; ASQUIERI, E. R.; DA SILVA, F. A.; CARDOSO; C. F. Stability of nut-based beverage made of Brazil nut (Bertholletia

excelsa) and baru (*Dipteryx alata* Vogel). **Brazilian Journal of Development** v. 6, n. 5, p.30937-30951, 2020.

SILVA, D. V., DE OLIVEIRA, D. E., RESENDE, O., DA SILVA, M. A., & BARCELOS, K. R. 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.

SILVA, DAIANA VIEIRA ET AL. **Propriedades nutricionais, físicas, químicas e tecnológicas funcionais das farinhas de baru (*dipteryx alata vogel*) em função de diferentes condições de secagem do fruto**, 2017.

SILVA, F. B., COSTA, A. C., MÜLLER, C., NASCIMENTO, K. T., BATISTA, P. F., VITAL, R. G., DOMINGOS, M. *Dipteryx alata*, a tree native to the Brazilian Cerrado, is sensitive to the herbicide nicosulfuron. **Ecotoxicology**, v. 29, n. 2, p. 217-225, 2020.

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.

SOARES, L. V., MELO, R., OLIVEIRA, W. S., SOUZA, P. M., & SCHMIELE, M. Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. In H. Lewis (Ed.), **Bread: Consumption, cultural significance and health effects** (Chap. 5, pp. 125-160). New York: Nova Publisher, 2017.

SOARES, LUCIELLE VIEIRA. **Elaboração e caracterização de biscoitos enriquecidos com farinha de amêndoa de Baru**, 2018.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits. **Food Chemistry**, v. 134, n. 1, p. 381-386, 2012.

SOUZA, ANA LUÍSA SARAIVA; MIRANDA, JULIA STOCKL; DE SOUSA, RITA DE CÁSSIA SUPERBI. Caracterização físico-química da amêndoa e do óleo de baru

submetido à extração sólido-líquido com solventes alternativos. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 26548-26556, 2019.

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

VERA, R.; JUNIOR, M.S.; NAVES, R.V.; SOUZA, E.R.B.; 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 31(1), 2009.

ZHOU, L., Chen, F., Hao, L., Du, Y., & Liu, C. Peanut Oil Body Composition and Stability. **Journal of Food Science**. 84, 10, 2812-2919, 2019.

ZHOU, J., GULLÓN, B., WANG, M., GULLÓN, P., LORENZO, J. M., & BARBA, F. J. The Application of Supercritical Fluids Technology to Recover Healthy valuable Compounds from Marine and Agricultural Food Processing By-Products: A Review. **Processes**, 9, 357, 2021.

ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; JÚNIOR, J.N. ZUFFO. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 463-471, 2014.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

O trabalho tem como principal objetivo avaliar o rendimento do óleo da amêndoa de baru por diferentes métodos de extração, determinar a composição química e física do baru, determinar a atividade fenólica e compostos bioativos óleo da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) extraído com solventes orgânicos e supercrítico.

2.2 ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são divididos em:

- Preparar o material vegetal: identificação, coleta, secagem;
- Determinar a composição proximal da amêndoa do baru;
- Extrair o óleo da amêndoa do baru por método Soxhlet e supercrítico;
- Comparar o rendimento da extração do óleo com as diferentes técnicas descritas acima;
- Caracterizar o óleo e a amêndoa de baru quanto à presença de compostos bioativos;
- Analisar as concentrações de ácidos graxos;

3. CAPÍTULO I

Avaliação dos rendimentos, flavonoides, compostos bioativos e perfil de ácidos graxos do óleo da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog) por diferentes métodos de extração

Resumo

Resumo: O baru, fruto do cerrado, com sabor agradável, rico em nutrientes e compostos bioativos, apresenta composição lipídica semelhante a outros óleos vegetais, com cerca e 40% de lipídeos e proteína de boa digestibilidade, rico em aminoácidos essenciais, vitaminas e minerais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento do óleo da amêndoa do baru por diferentes métodos de extração, determinar a composição química e física do baru e determinar a atividade de compostos bioativos do óleo extraído com solventes orgânicos e supercrítico. O óleo de baru foi extraído pelos seguintes métodos: extração com fluído supercrítico (CO₂) e extração por Soxhlet e foi analisado o perfil de ácidos graxos e os compostos bioativos. A amêndoa de baru pode ser considerada boa fonte proteica (22,01%), rica em micronutrientes N (53,4 g/kg), P (5,2 g/kg), K (14,3 g/kg), Ca (1,2 g/kg), Mg (1,5 g/kg), S (1,8 g/kg), Fe (66,5 mg/kg), Mn (21,8 mg/kg), Cu (21,5 mg/kg), Zn (31,1 mg/kg), B (9,3 mg/kg). Para extração lipídica entrou-se a melhor extração por Soxhlet (38,30%), seguido por CO₂ Supercrítico (30,36% 40°C e 280 BAR). Para fitosteróis foi encontrado maior presença de Campesterol (16,3 ± 0,7%), Estigmasterol (46,9 ± 0,6%), β-Sitosterol (106,2 ± 2,9%), para a amostra de extraída por supercrítico. O maior rendimento de ácido oleico (54,34 ± 0,33%), ácido palmítico (7,87 ± 0,01%), ácido esteárico (8,09 ± 0,19%), ácido araquídico (1,69 ± 0,03%), ácido gadoleico (2,37 ± 0,04%), ácido behênico (3,93 ± 0,1%), foi na extração Soxhlet, e obteve mais extração de ácido linoleico pelo método Supercrítico (28,56 ± 0,2%). Concluindo, com as análises realizadas a amêndoa do baru mostrou-se rica em nutrientes, além de elevada quantidade em compostos bioativos e grande quantidade de antioxidantes que oferece vários benefícios a saúde humana.

Palavras-Chave: baru, β-Sitosterol, métodos de extração, Extração supercrítica

3.1 INTRODUÇÃO

O baru apresenta cerca de 40% de lipídeos, sendo esses ácidos graxos ômega 3 e 6, rico em proteína de boa digestibilidade, cerca 30%, rico aminoácidos essenciais como: valina, isoleucina, leucina, cistina, metionina, tirosina, fenilalanina, entre outros, e minerais como cálcio, potássio, fósforo, magnésio (SOUSA e SILVA, 2015). As características químicas e físicas do óleo de baru são semelhantes ao de óleo de amendoim e azeites (PINELI *et al.*, 2015). De acordo com Takemoto *et al.*, 2001, os lipídeos correspondem 38,2% da amêndoa de baru.

Para determinar a qualidade de um óleo os critérios de seleção de extração são importantes, pois irão determinar a sua composição. Não existe um único processo de extração e purificação de óleos e gorduras, depende das características da oleaginosas, em geral, as operações utilizadas para extração são: prensagem mecânica, extração com solvente ou autoclavagem e, geralmente passam por processos de purificação posteriormente para ajustar as suas propriedades físico-químicas (RAMALHO; SUAREZ, 2012). Semelhante a este estudo, CHAÑI-PAUCAR *et al.*, 2021, analisou em um estudo comparativo e econômico da extração de óleo de semente de baru por CO₂ supercrítico com e sem prensagem mecânica e Santos *et al.*, 2016, obtiveram alto rendimento de óleo de baru (94,7%) por meio da extração supercrítica com CO₂.

A tecnologia supercrítica é frequentemente reportada na literatura como técnica de extração promissora, garantindo o interesse dos cientistas e da indústria para a produção de fitoquímicos de alto valor biológico, em especial, com uso de CO₂ que torna o método mais simples e amplamente estudado. A extração supercrítica surge como alternativa limpa, interessante e apresenta vantagens do método garantem: a possibilidade de utilizar solventes alternativos e não tóxicos, a seletividade da extração e sem traços de solventes, baixas temperaturas de operação e tempos mais curtos de extração com maior rendimento do que os métodos convencionais e através da mudança de temperatura e/ou pressão conseguir modificar características dos solventes (HERRERO *et al.*, 2015; CIVAN; KUMCUOGLU, 2019; CHAÑI-PAUCAR *et al.*, 2021).

Na extração supercrítica o fluido supercrítico (FS) não está no estado líquido e nem gasoso e pode ser definido como qualquer substância que apresenta propriedades de gás e líquido acima de suas temperatura e pressão críticas (ZHOU *et al.*, 2021). Esse método é utilizado para separação de uma mistura de solutos a partir de uma matriz sólida através do contato da mistura com um solvente no estado supercrítico. O processo envolve a transferência de massa sob condições de pressão e temperatura acima do ponto crítico do solvente (MANTELL *et al.*, 2013).

A extração por Soxhlet baseia-se na reutilização do solvente por meio de refluxo, um processo intermitente, transferindo o óleo da amostra para o solvente e é o principal método utilizado para comparação com outros métodos. Os lipídios que são insolúveis em água são extraídos por compostos orgânicos, porém o processo não é seletivo (MELECHI, 2005).

De acordo com Santos *et al.*, 2016 e Vera *et al.*, 2009, o ácido graxo majoritário presente no óleo de baru é o ácido oleico. Ácidos graxos poli-insaturados essenciais, como: o ácido Linoleico (ômega-6) e Ácido Linolênico, (ômega-3) desempenham funções essenciais à vida e não são sintetizados no organismo humano. O ácido linolênico é precursor importante na biossíntese dos ácidos eicosapentaenoico C20:5 (EPA) e C22:6 docosaenoico (DHA). O EPA e DHA participam na formação de membranas celulares desempenhando várias funções, participam do crescimento e desenvolvimento de neurônios e atividades no sistema circulatório e imune (MURRAY *et al.*, 2014).

Os estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos possuem propriedades anti-inflamatórias, antiproliferativas e anti-infecciosas, e exercerem efeito protetor contra o estresse oxidativo relacionado a doenças. Contudo, o uso de baru em alimentos processados para consumo humano e os seus benefícios para a saúde através dos compostos fenólicos devem ser investigados (DEL RIO *et al.*, 2013).

Diante deste contexto, este trabalho teve como objetivo extrair o óleo da amêndoa do baru, por diferentes métodos de extração e solventes, bem como investigar a influência da pressão e da temperatura na extração supercrítica e comparar em relação ao teor de ácidos graxos majoritários, flavonoides e compostos bioativos das amostras obtidas.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Preparação da amostra

Os frutos foram coletados durante o período de caída nos meses de setembro e outubro de 2021, que são considerados como o período da safra do baru em Goiás, no município de Rio Verde – Goiás, localizado na latitude sul 17°47'53" e 51°55'53" longitude oeste. Os frutos de baru foram selecionados conforme a integridade, aspecto, peso, cor, caracterizado como fruto saudável, encaminhados ao Laboratório do IFGoiano - Campus Rio Verde para então serem pesados, lavados e quebrados para remoção da amêndoa com auxílio de prensa manual da marca PIT BULL® e uma faca de mesa. Posteriormente, as amêndoas foram tostadas para retirada da casca que envolve as amêndoas. As amostras foram submetidas a secagem a 70°C por 24 horas em estufa com circulação de ar em seguida foram moídas e peneiradas entre 24 e 48 mesh. Enfim, as amostras de farinhas foram armazenadas em refrigerador a - 10°C, até a realização das análises.

3.2.2 Análise proximal e micronutrientes

A composição proximal foi determinada de acordo com as normas analíticas do *Association Of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1997). A determinação do teor de umidade foi realizada pela secagem em estufa a 105°C por seis horas e o resultado obtido pela diferença de massa. Para a determinação de cinzas totais (minerais), a amostra foi calcinada em forno Mufla, por seis horas a 550°C (AOAC, 1997). As proteínas foram realizadas pelo método Micro-Kjeldahl, iniciando pela digestão em ácido sulfúrico, destilação do nitrogênio, titulação ácido com base e o fator de 6,25 usado para a conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta (SILVA; QUEIROZ, 2002). Os açúcares totais foram obtidos pelo método de titulação a quente da amostra em solução de Fehling A e B por Lane-Eynon baseado na redução do cobre (IAL, 2008). O método de extração lipídica de Bligh e Dyer (1959) consiste na adição de uma mistura binária de solventes (metanol e clorofórmio) e água. A amostra é, então, filtrada, e obtêm-se duas fases, uma com clorofórmio e óleo, e outra com metanol e água. Após, o solvente é recuperado em evaporador rotativo, e, é feita a pesagem dos lipídios para posterior cálculo do seu rendimento.

A análise de minerais (Macronutrientes (g/kg^{-1}) e micronutrientes (g/kg^{-1})) foi realizado pelo Laboratório Solotech Cerrado LTDA – ME e utilizou-se a metodologia do Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes de DA SILVA, 2009.

3.2.3 Processo de extração do óleo de baru

Foram estudados os seguintes métodos: processo de extração por solventes com extração por Soxhlet e extração com CO_2 supercrítico.

3.2.3.2 Extração do óleo de baru por Soxhlet

A extração foi realizada em equipamento extrator tipo Soxhlet e *n*-Hexano como solvente extrator, e posteriormente determinado por gravimetria e resíduo mineral fixo. Foi utilizado 10 g de farinha da amêndoa de baru, o sistema ficou sob refluxo por 8 h. Após esse período, a amostra foi transferida para rotaevaporador rotativo com pressão reduzida para extração do solvente residual. Em seguida, a amostra foi transferida para estufa com circulação de ar forçada a 38°C por 12h. Após esse tempo, a amostra foi transferida para dessecadora contendo sílica gel até atingir temperatura ambiente de 25°C , e em seguida, a massa foi obtida em balança analítica digital. O teor de lipídeos foi expresso em $\text{g}/100 \text{ g}^{-1}$, o método utilizado seguiu conforme método AOAC.

3.2.3.3 Extração do óleo de baru por supercrítica

As extrações do óleo utilizando dióxido de carbono (CO_2) supercrítico foram realizadas no laboratório de bioenergia da Universidade Estadual de São Paulo - UNESP. Os experimentos foram realizados em escala laboratorial e o equipamento é constituído por um extrator de aço inoxidável, um cilindro de solvente, dois banhos termostáticos (Julabo F25-ME e Quimis Q214M2), uma bomba de seringa (Isco 500D) e um reservatório de solvente.

O procedimento experimental consiste na introdução de 1 g de amêndoa de baru no extrator e após seu fechamento a injeção do CO_2 . Ajusta-se as temperaturas nos banhos termostáticos e pressão da bomba a aguarda-se 30 min para atingir o equilíbrio químico. Mais detalhes sobre o aparato e o procedimento experimental podem ser vistos em WENCESLAU *et al.*, 2021 e FAVARETO *et al.*, 2019.

A Tabela 3 apresenta os valores das variáveis temperatura e pressão utilizadas no planejamento experimental.

Tabela 3 - Fatores e níveis para o planejamento fatorial 2² com triplicata do ponto central.

Fatores	Símbolos	Unidades	Níveis		
			-1	0	+1
Temperatura	T	°C	40	50	60
Pressão	P	Bar	200	240	280

A análise de variância foi realizada utilizando o software Statistic Versão 8 pela metodologia de superfície de resposta considerando o intervalo de confiança de 95% pelo Teste-F. O modelo geral utilizado para avaliar as variáveis dependentes é dado pela Equação (1)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 T + \beta_{12} PT \quad (1)$$

e Y é a variável dependente, β_0 , β_1 , β_2 e β_{12} os coeficientes de regressão para os efeitos lineares e de interação, P e T são a pressão e temperatura, respectivamente.

3.2.4 Flavonoides

Inicialmente foi construída uma curva padrão de pirocatequina (10 a 50 mg L⁻¹) com leitura de absorvância em espectrofotômetro UV-Vis a 510 nm. Amostras de 10 g de cada tratamento foram acrescidas de 100 mL de uma solução hidroetanólica a 50%. As suspensões ficaram sob agitação em equipamento de ultrassom por duas horas. Posteriormente, foram filtradas e acondicionadas em balões de 100 mL e completou-se com o mesmo solvente. Em cada balão adicionou-se 0,3 mL de NaNO₂(aq) 5%, 0,3 mL de AlCl₃ 10% (em metanol) e 2mL de NaOH (aq) 1mol L⁻¹. Após agitação, ficaram em repouso por 10 minutos, em seguida foram submetidos a leitura em um espectrofotômetro Uv-Vis a 510 nm (BARBOSA *et al.*, 2004; WOISSKY & SALANTINO, 1998).

3.2.5 Perfil ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do óleo de semente de baru foi analisado utilizando um cromatógrafo Shimadzu (GC 2010 Plus), uma coluna capilar (CP-Wax 58 FFAP CB, 50 m x 0,25 mm x 0,20 mm), detector de Ionização de Chama (FID) e modo de injeção dividida (1:10). O injetor e as temperaturas do detector (FID) serão de 250°C e 280°C, respectivamente. A temperatura do forno foi programada para aumentar de 100°C a 175°C a uma taxa de 25°C.min⁻¹. Depois disso, aumenta-se para 230°C a taxa de 4°C.min⁻¹ e mantida a 230°C por 15 min. O gás de arraste será Hélio a 35,6 cm.s⁻¹ (velocidade linear). As amostras serão preparadas de acordo com métodos oficiais Ce 2-66 para converter os óleos em ésteres metílicos de ácidos graxos (FAMES) (FETZER *et al.*, 2018).

3.2.5 Compostos bioativos

As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás com detector de espectrômetro de massas (Shimadzu, GCMS-QP2010 SE) equipado com injetor automático (AOC-20i) utilizando coluna capilar SH-Rtx-5MS (Shimadzu, 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm). Hélio (White Martins, pureza > 99%) foi utilizado como gás de arraste a vazão de 1,0 mL min⁻¹ com razão de Split de 1:40 e o volume de injeção foi de 1 µL. Os espectros de massa foram registrados a 70 eV com intervalo de *m/z* 55 a 550. A identificação dos compostos foi realizada a partir da pesquisa no banco de dados da biblioteca de espectros NIST Mass Spectral Library (versão 2014).

Os teores de compostos minoritários foram determinados através da derivatização de ~40 mg da amostra com 40 µL de *N,O*-Bis(trimethylsilyl)trifluoroacetamide com trimethylchlorosilane (BSTFA with 1% TMCS; Sigma-Aldrich), seguido do aquecimento a 60°C durante 30 min (Stevanato e Silva, 2019). Posteriormente, foram adicionados 80 µL de solução de 5- α -cholestano (pureza \geq 97%, Sigma-Aldrich), como padrão interno para quantificação dos compostos, e heptano (Synth) como solvente até completar 1 mL de solução. O injetor, fonte de íons e a interface do CG-MS foram mantidos a 280°C, 260°C e 280°C, respectivamente. A rampa de aquecimento da coluna utilizada foi: temperatura inicial de 155°C, que aumentou para 230°C a taxa de 6°C/min, após atingir esta temperatura a coluna foi aquecida até 280°C a taxa de 15°C/min e permaneceu nesta temperatura por 16 min. Os resultados foram reportados em mg do composto por 100 g de óleo.

3.2.6 Análise estatística

Todos os resultados foram apresentados pela média e desvio padrão. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a 5% de significância, seguida do teste de Tukey.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Composição proximal da amêndoa do baru

A composição proximal da amêndoa do baru foi realizada quanto: a umidade, proteínas, lipídios e cinzas presente no material. Os resultados foram apresentados na Tabela 4 na forma de média da quadruplicada para todos os testes.

Tabela 4 – Composição proximal das amêndoas de baru.

Composto	Resultado
Umidade	5,05 ± 0,32%
Cinzas	3,10 ± 0,01%
Proteínas	22,01 ± 0,34%
Carboidratos (Bligh & Dyer)	32,60% ± 0,91
Lipídios (Bligh & Dyer)	37,13 ± 0,45 g/100 g

De acordo com os valores apresentados na Tabela 4 a amêndoa de baru mostrou-se rica em proteínas, lipídios e carboidratos, com valores próximos aos estudos de: Borges, 2013, Lima, 2012 e De Souza Paglarini *et al.*, 2018.

A castanha de baru é importante fonte nutricional de proteína (22,01 ± 0,34 g/100 g) e contém alto teor de lipídios por extração Bligh & Dyer (37,13 ± 0,45 g/100 g) e possui elevado valor energético, esses dados são semelhantes aos encontrados por Takemoto *et al.*, 2001. O valor energético é calculado com base nos valores encontrados para proteínas, lipídeos e carboidratos (SANTOS *et al.*, 2022). Santiago *et al.*, 2018, encontraram 240 kcal/100 gramas para a casca e 276 kcal/100 gramas para a polpa.

Para umidade obteve-se o valor de 5,05 ± 0,32%, a amêndoa de baru caracteriza-se com baixo teor de umidade, sendo que este também foi analisado após sua torrefação. Já na região de Pirenópolis, Takemoto *et al.*, 2001, encontraram teores de umidade variando de 5,9-6,3 g/100 g para frutos de baru. Os teores médios de umidade das amêndoas de baru de onze regiões do Estado de Goiás apresentaram valores entre 2,93-5,07 g/100 g (VERA *et al.*, 2009).

Silva *et al.*, 2019, encontrou 9,6 a 10,7 g/100g de teores de umidade na farinha de epicarpo e mesocarpo de baru, os valores estão dentro dos limites estabelecidos pela Resolução RDC nº 263 da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) (BRASIL, 2005), que determina teores máximos de 15% de teor de água para alimentos

denominados farinhas. A produção de farinha do epicarpo e mesocarpo do baru reduziu em 43% o teor de umidade inicial do fruto fresco. O teor de umidade relativamente alto indica maior susceptibilidade de deterioração do óleo (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

A amostra apresentou 3,10% de cinzas sem desvio padrão, o teor de cinzas representa o conteúdo total bruto de minerais presentes nas amostras (DAMODARAM *et al.*, 2010). Estudos que avaliaram a polpa do baru relataram valores de cinzas de 3,50 g/100 g (DE ARAUJO *et al.*, 2013).

A amêndoa do baru é boa fonte de fibra, porém, a combinação da polpa de baru e sua casca apresenta maior concentração de fibra alimentar do que a amêndoa (SOUSA *et al.*, 2011). Assim, a semente de amêndoa do baru pode ser considerada um alimento rico em fibra, de acordo com a legislação brasileira em que “alimentos que contenham pelo menos seis gramas de fibra alimentar em 100 gramas de produto sólido, podem ser consideradas com elevado teor desse nutriente” (BRASIL, 1998).

O valor de proteína obtido foi de $22,01 \pm 0,34\%$, caracterizada como boa fonte proteica, quando comparados a outros frutos, como a amêndoa, a castanha-do-Brasil, a castanha de caju, a macadâmia, o pinhão, que apresentam a faixa entre 7% e 22% (CRUZ *et al.*, 2011). Carvalho *et al.*, 2016, relataram níveis de $3,68 \pm 0,62$ g 100g^{-1} de proteína.

Obteve-se o valor $32,60 \pm 0,91\%$ de carboidrato pelo método Bligh & Dyer e $33,17\% \pm 0,16$ de carboidrato. O teor de carboidratos encontrados na amêndoa por Santos *et al.*, 2022, foi de 44,8 g/100 gramas, enquanto Santiago *et al.*, 2018, encontraram 51,1 g/100 g de carboidrato na casca e 57 g/100 gramas na polpa.

Em relação ao teor de lipídeos encontraram $37,13 \pm 0,45$ g/100 g na extração Bligh & Dyer, componente de maior interesse neste estudo e também a maior fração encontrada na amêndoa de baru.

3.3.2 Macro e Micronutrientes

Os dados sobre a composição de macronutrientes e micronutrientes do baru são escassos na literatura científica. Foram realizados análise em 20,18 gramas de castanha de baru, que foram secas e analisadas em triplicata seguindo o desvio padrão de 0,001 e encontraram: N (53,4 g/kg), P (5,2 g/kg), K (14,3 g/kg), Ca (1,2 g/kg), Mg (1,5 g/kg), S (1,8 g/kg). Seguindo o mesmo desvio padrão de 0,001 encontrou-se para micronutrientes:

de Fe (66,5 mg/kg), Mn (21,8 mg/kg), Cu (21,5 mg/kg), Zn (31,1 mg/kg), B (9,3 mg/kg) no Laboratório Solotech Cerrado LTDA – ME, localizado em Rio Verde – GO.

As farinhas podem ser potencial alimento funcional e são relatados na literatura teores de potássio, cálcio, fósforo, magnésio, ferro, zinco, cobre e manganês no epicarpo e mesocarpo de baru (*ZUFOO et al.*, 2014; *SILVA et al.*, 2019).

Takemoto et al., 2001 e *Lima et al.*, 2010, analisaram teores de macro e micronutrientes na amêndoa do baru e chegaram à conclusão que se destacam como fonte de macronutrientes, principalmente cálcio e fósforo e micronutrientes ferro e zinco e manganês. *Takemoto et al.*, 2001, encontrou valores em mg/100g de óleo de baru nativo do município de Pirenópolis - GO, cálcio 140 ± 4 , fósforo 358 ± 6 , magnésio 178 ± 3 , potássio 827 ± 46 , cobre $1,45 \pm 0,06$, ferro $4,24 \pm 0,08$, manganês $4,9 \pm 0,3$, zinco $4,1 \pm 0,1$.

A explicação para a variação entre os resultados encontrados na literatura pode ser explicada pelo acúmulo diferente de nutrientes em detrimento da disponibilidade de nutrientes no solo, clima e sistema de cultivo (*OLIVIERA et al.*, 2020).

3.3.3 Rendimento das extrações do óleo

A Tabela 4 apresenta os valores de rendimentos obtidos pelos diferentes métodos de extrações, as diferentes condições experimentais utilizadas nas extrações supercríticas.

Tabela 4 - Condições experimentais e resultados de extração para a extração do óleo do baru utilizando CO₂ supercrítico e Soxhlet.

Teste	Pressão (bar)	Temperatura (°C)	Rendimento (%)
1	200	40	25,28
2	200	60	16,40
3	280	40	30,36
4	280	60	27,77
5	240	50	26,45 ± 0,88*

Soxhlet

38,30 ± 0,48

*Óleo da amêndoa do baru extraído utilizando CO₂ supercrítico em triplicata

Observa-se na Tabela 4 que o melhor rendimento do óleo da amêndoa do baru foi pelo método de extração Soxhlet, seguido pelo método supercrítico. Antunes *et al.*, 2019, determinou o teor de óleos da semente seca e torrada de baru através da quantificação gravimétrica após extração em sistema Soxhlet com solvente hexano. Gomes *et al.*, 2019, avaliou compostos bioativos e capacidade antioxidante *in vitro* de frações hidrofílicas e lipofílicas de óleo e amêndoa de baru através da utilização de solvente éter de petróleo no aparelho de extrator de gordura Goldfish.

O pequi mostrou-se um fruto de alto valor nutricional com grande teor de lipídeos e proteínas, principalmente na amêndoa, extrações lipídicas de amostra de pequi foram avaliadas através de dois métodos diferentes: extração com solvente a quente (Goldfish) e extração com solvente a frio (Bligh & Dyer), sendo que a extração por Goldfish apresentou mais eficiência, apresentando maior rendimento (TORRES *et al.*, 2012).

O rendimento do óleo de baru extraído pelo método Soxhlet com hexano foi de 38,30 ± 0,47%, observa-se que os valores se assemelham com os teores relatados por: Lemos, 2012, De Souza Paglarini *et al.*, 2018 e Lima, 2012, que encontraram: 46,4%, 40,80%, 37,19%, respectivamente. O resultado foi superior aos obtidos na extração de sementes de baru por Fetzer *et al.*, 2018, que utilizando etanol como solvente obtiveram 26,80% de rendimento de óleo e 23,98% com o uso de hexano.

Segundo, Soccol *et al.*, 2003, quando as sementes ricas em lipídios são submetidas ao aquecimento em extrações por Soxhlet ou Goldfish, o rendimento final de óleo pode ser influenciado pelo calor. O maior rendimento de óleo extraído do baru pode ser explicado pela maior capacidade do etanol em superar as forças de ligação dos lipídios (forças de Van der Waals) dentro da amostra (O'BRIEN, 1998).

Para avaliar os efeitos da temperatura e pressão nos rendimentos das extrações supercríticas utilizou-se análise de variância com intervalo de confiança de 95% pelo teste Tukey, sendo os resultados obtidos apresentados na Tabela 5

Tabela 5 Dados de ANOVA para óleo obtido usando o planejamento experimental para extrações com CO₂ supercrítico.

Termos	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média dos quadrados	Valor F	Valor P
Curvatura	3.8614	1	3,86143	4,95288	0,155992
P (bar)	67.6506	1	67,65063	86,77236	0,011329
T (C°)	32,8902	1	32,89023	42,18679	0,011329
P x T	9,8910	1	9,89103	12,68677	0,070579
Erro Puro	1,5593	2	0,77963		
Total SS	115,8526	6			

A regressão dos dados de rendimento apresentados na Tabela 5 foi estatisticamente significativa pelo Teste-F. O modelo ajustado é dado pela Equação (2):

$$Y = 24,95 + 4,11P - 2,87T \quad (2)$$

Para o intervalo de confiança de 95%, a temperatura e a pressão apresentaram efeitos significativos, sendo que a pressão teve efeito positivo e a temperatura efeito negativo. Como o coeficiente de determinação (R^2) e R^2 ajustado (R^2_{adj}) para o modelo são 0,987 e 0,960, respectivamente, conclui-se que o modelo ajustado prediz de forma satisfatória os resultados de rendimento.

A Figura 6 apresenta a superfície de resposta do rendimento em função da temperatura e da pressão.

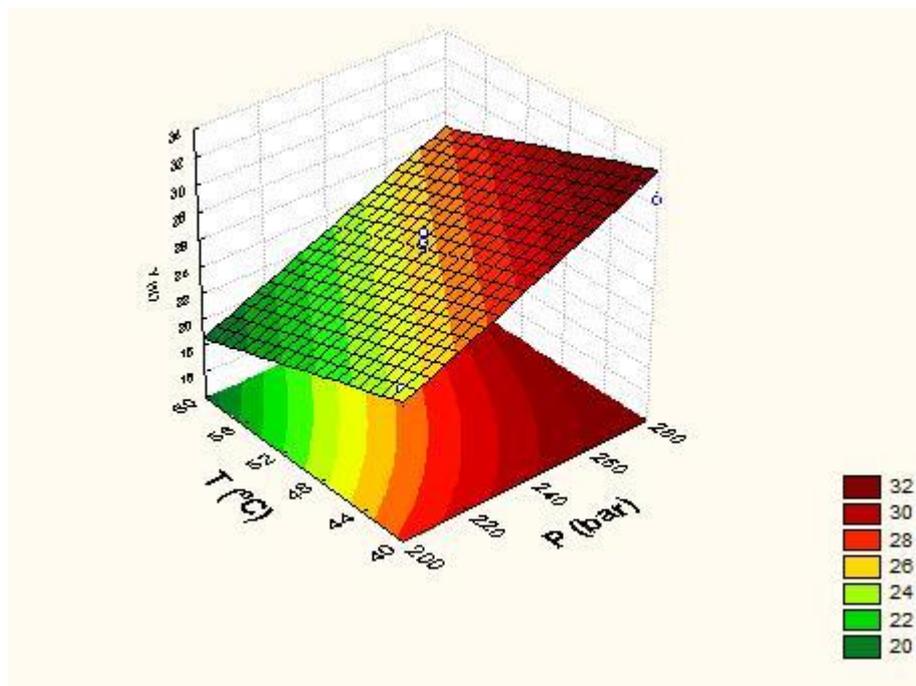


Figura 6. Superfície de resposta que descreve o comportamento do rendimento da extração em função da temperatura e pressão.

A extração supercrítica utilizando CO_2 do baru indicou que a maior pressão e a menor temperatura são fatores relevantes para a obtenção do maior rendimento do óleo. O efeito positivo da pressão pode ser observado comparando os experimentos 1 e 3. O aumento da pressão de 200 para 280 BAR na temperatura de 40°C resulta em aumento do rendimento de 25,28% para 30,36%. O aumento da pressão diminui a distância entre as moléculas e aumenta as interações entre o CO_2 e a amostra, podendo promover aumento na transferência de massa por convecção.

O efeito negativo da temperatura observado a partir da Figura 6 pode ser explicado comparando os experimentos 1 e 2. O aumento da temperatura de 40°C para 60°C com pressão constante de 200 BAR diminui a densidade do CO_2 resultando em queda do rendimento de 25,28 para 16,40%.

3.3.4 Flavonoides

A espessa casca que reveste a noz de baru, por sua vez, é rica fonte de polifenóis, micronutrientes que atuam como antioxidantes, substâncias capazes de proteger a saúde humana e combatem o envelhecimento pelo poder antioxidante (ALVES-SANTOS; FERNANDES; NAVES, 2021).

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados das análises fitoquímicas de flavonoides do óleo da amêndoa do baru extraídos por CO₂ supercrítico. Nas temperaturas de 50°C e 60°C os teores de flavonoides foram maiores, ainda que trabalhos anteriores abordam a atuação dos flavonoides na atividade antioxidante, sendo de fácil degradação a temperaturas elevadas e maior tempo de exposição da amostra, podem contribuir para a sua redução, portanto em temperaturas intermediárias é de se esperar que a atividade antioxidante seja maior (AZZEZ *et al.*, 2017).

Tabela 6 - Composição flavonoides da amêndoa do baru.

Amostra	Flavonoides (mg/100 g)	Extração supercrítica
1	254,94 ± 1,05 ^b	40°C e 200 BAR
2	276,46 ± 2,63 ^a	60°C e 200 BAR
3	264,66 ± 2,29 ^b	40°C e 280 BAR
4	277,12 ± 2,07 ^a	60°C e 280 BAR
5''	274,83 ± 6,95 ^a	50°C e 240 BAR

Médias na mesma coluna seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

O conteúdo de compostos fenólicos de óleo de baru extraído com CO₂ supercrítico relatado no estudo de Peixoto, 2016, apresentou o valor total de 9,62 ± 0,74 (mg/100g⁻¹)

Lemes *et al.*, 2012, utilizou o método do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando o ácido gálico como padrão para a curva de calibração, a absorbância foi medida em 767 nm em espectrofotômetro (UV-Visivle 50 Probe-Cary) e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (GAE)/100 g⁻¹. O conteúdo de compostos fenólicos

está associado com o sistema de proteção frente a estresses, justificado o maior teor nas amêndoas de baru, por ser um fruto oriundo regiões em que o clima apresenta condições extremas de temperatura.

Campidelli *et al.*, 2020, encontrou altos níveis de compostos fenólicos, vitamina C, antioxidantes (β caroteno/ ácido linoleico), ácido gálico, ácido cafeico, rutina, esteróis, ácidos graxos monoinsaturados totais em amêndoas de baru natura. A temperatura de secagem não afetou os níveis de fenólicos totais, taninos, sistema β -caroteno/ácido linoleico ou esteróis.

Ao avaliar o tempo de armazenamento de frutos de baru e seus compostos bioativos quanto a capacidade antioxidante, os teores de fenóis totais e taninos, Marinho *et al.* 2017, concluíram que até o sexto mês de armazenamento os teores de fenóis aumentaram e o teor de taninos reduziram até o décimo segundo mês, não sendo possível identificar os taninos após um ano de armazenamento.

Santiago *et al.*, 2018 comparou os teores de fibra, teor fenólico e capacidade antioxidante da casca, da polpa e da amêndoa crua, e encontrou maiores concentrações de fibras na casca (24,1 g/100g), em seguida da polpa (18 g/100g), da amêndoa torrada (16 g/100g) e da amêndoa crua (12,0 g/100g). As amêndoas apresentaram maiores concentrações de lipídios e proteínas em relação a casca e a polpa do baru. E, a amêndoa crua apresentou maiores concentrações de teores fenólicos totais (1.107,0 mg GAE/100g) e de capacidade antioxidante, porém a amêndoa torrada, a casca e a polpa do baru apresentaram altos teores de fenólicos.

Lemos *et al.*, 2012, estudaram a composição de compostos fenólicos em sementes cruas e torradas de baru e encontraram teores expressivos mais elevados nas sementes com casca. As amêndoas de baru apresentam maior concentração de compostos bioativos quando comparadas a outras castanhas brasileiras. Na pesquisa de Fiorini *et al.*, 2018 o tratamento térmico das amêndoas de baru não interferiu na presença de compostos fenólicos, mostrando que o baru possui quantidades importantes de compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, vitamina C, carotenoides e atividade antioxidantes.

Amorin *et al.*, 2020, avaliou a atividade antimicrobiana de amêndoa e extrato de babaçu e chegaram à conclusão que capacidade antioxidante do extrato hidrofílico da

amêndoa rica em compostos fenólicos não possui efeito na atividade antimicrobiana para cepas de bactérias testadas pelo método de difusão em água.

Morais *et al.*, 2019, extraiu o óleo de baru de forma convencional utilizando o solvente hexano e por extração supercrítica com CO₂ e encontrou melhores valores de compostos bioativos, rendimento, compostos fenólicos e atividade antioxidante para a extração pelo método supercrítico, por utilizar baixas temperaturas e o fluido ser mais seletivo. Acredita-se que as altas temperaturas utilizadas na extração convencional altere a composição química das substâncias.

3.3.5 Compostos bioativos

Os fitosteróis, também chamados de esteróis vegetais, são componentes naturais dos óleos vegetais comestíveis e abundantes no reino vegetal presentes em: frutas, sementes, folhas e talos (MAGUIRE *et al.*, 2004; PIMENTEL *et al.*, 2005).

Pesquisas apontam na amêndoa do baru pela busca de fontes de alimentos que favoreçam a saúde humana. Ainda que os benefícios dos compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa e as suas aplicações potenciais como ingredientes alimentares funcionais requerem investigação mais aprofundada (BATISTA *et al.*, 2019).

Os compostos bioativos do baru estão presentes na polpa e na amêndoa do fruto, sendo a polpa do baru apontada como potencial antioxidante natural, acredita-se que as suas propriedades bioativas podem minimizar os danos causados pelo estresse oxidativo (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Estudos avaliando a relação da ingestão de castanhas e nozes a longo prazo confirmaram efeitos benéficos do consumo regular no perfil lipídico em pacientes diabéticos tipo II e não diabéticos, mas não relataram melhora na glicemia e também em estudo que foi avaliada a relação entre o consumo de 30 g/dia de um mix de castanhas e nozes (15 g noz comum, 7,5 g avelã e 7,5 g amêndoas) durante doze semanas e os marcadores de oxidação e função endoteliais na síndrome metabólica dos pacientes concluíram que o consumo de castanhas e nozes não teve qualquer efeito deletério sobre a oxidação lipídica, além de terem encontrado diminuição do dano ao DNA que pode contribuir para explicar os efeitos benéficos no consumo regular na prevenção de diversas

doenças crônicas (LOVEJOY *et al.*, 2002; TAPSELL *et al.*, 2004; LÓPES-URIARTE *et al.*, 2010).

Espécies do gênero *Dipteryx* acumulam cumarinas, isoflavonas, triterpenoides, ácidos graxos e diterpenoides furanocassanos. Entretanto foram identificados ácidos graxos, sendo o ácido oleico o componente majoritário, além de β -farneseno e dois diterpenos furanocassanos nos frutos desta espécie (VIEIRA *et al.*, 2007).

Foram realizados análise de fitosteróis das amostras do óleo de amêndoa de baru extraídas por método Supercrítico pelo método Soxhlet e os valores estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Composição de fitosteróis do óleo da amêndoa de baru (*D. alata*), no município de Rio Verde – Goiás no ano de 2021.

Fitosteróis (mg/100 g de óleo)				
Amostra	Campesterol	Estigmasterol	β-Sistosterol	Total
1	11,3 \pm 1,5 ^{b, c}	31,5 \pm 0,7 ^b	83,8 \pm 2,0 ^b	126,6 \pm 2,7 ^b
2	16,3 \pm 0,7 ^a	46,9 \pm 0,6 ^a	106,2 \pm 2,9 ^a	169,5 \pm 4,2 ^a
3	7,7 \pm 0,3 ^d	25,9 \pm 1,2 ^c	61,4 \pm 0,0 ^d	95,0 \pm 1,5 ^e
4	13,5 \pm 0,6 ^{a, b}	31,1 \pm 1,3 ^b	72,0 \pm 3,6 ^c	116,6 \pm 5,5 ^{b, c}
5	9,8 \pm 0,3 ^{c, d}	30,3 \pm 1,2 ^b	67,6 \pm 0,5 ^{c, d}	107,7 \pm 0,3 ^{c, d}
Soxhlet	7,8 \pm 0,2 ^d	24,2 \pm 0,5 ^c	65,4 \pm 0,6 ^{c, d}	97,4 \pm 0,8 ^{d, e}

Médias na mesma coluna seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

Os compostos bioativos detectados foram: campesterol, estigmasterol e β -sistosterol, sendo o β -sistosterol o fitosterol que apresentou maior concentração, na faixa de 65 a 106 mg/100 g de óleo. Pode-se observar que as extrações supercríticas apresentaram maiores concentrações em relação ao método de extração Soxhlet, sendo a melhor condição a temperatura de 60°C e 200 bar, justamente a condição de menor rendimento. Isto pode ser atribuído a maior concentração de fitosteróis no óleo pelo menor volume de óleo.

Valores semelhantes foram encontrados na literatura para composição de fitosteróis do óleo da amêndoa de baru, Gomes *et al.*, 2019 encontraram nas amostras analisadas, campesterol 127 mg/100 g de óleo, estigmasterol 185 mg/100 g de óleo e β -

sitosterol 307 mg/100 g de óleo. Peixoto et al., 2022, encontrou nas amostras analisadas, estigmasterol 50 mg/100 g de óleo, β -sitosterol 27 mg/100 g de óleo. Fernandes *et al.*, 2021, encontrou nas amostras analisadas, estigmasterol 19,51 mg/100 g de óleo, β -sitosterol 131,33 mg/100 g de óleo e Marques *et al.*, 2015, encontrou nas amostras analisadas, campesterol 10,70 mg/100 g de óleo, estigmasterol 17,90 mg/100 g de óleo, β -sitosterol 90,80 mg/100 g de óleo.

Semelhante a este trabalho Marques, 2013, destacou entre os compostos secundários presentes no óleo de baru em maior quantidade o fitoesterol β -sitosterol. Ainda avaliando métodos de extração por prensagem hidráulica e rosca contínua observou-se que o β -sitosterol foi o composto majoritário encontrado no óleo de baru, (β -sitosterol $76,02 \pm 1,29$ mg/100 g de óleo, Campesterol $8,97 \pm 0,13$ mg/100 g de óleo e estigmasterol $15,01 \pm 0,26$ mg/100 g de óleo) (MARQUES *et al.*, 2015).

Estudos encontraram de teor de β -sitosterol livre de: 1428,57 mg/kg semente de algodão, (YE J., 2010), de 2177 - 4023,2 mg/kg girassol, (KALO P., 2001) e 1497,2 mg/kg azeite de oliva, (BECKER DFS *et al.*, 2005), valores superiores aos encontrados no baru.

Pelo conteúdo de fitoesteróis livres e totais presentes no óleo de baru, pode-se sugerir seu potencial para desenvolvimento de bioprodutos (MARQUES *et al.*, 2015). O óleo de baru obtido por extração supercrítica apresentou altos teores de tocoferóis (6 a 11 mg/100 g), compostos fenólicos totais (685 a 1390 mg GAE/100 g), oleico (50% a 54%) e linoleico (23% a 25%) de ácidos graxos insaturados (FETZER *et al.*, 2018). Moraes *et al.*, 2019, caracteriza a amêndoa do baru como fonte de compostos fenólicos que podem atuar como antioxidantes naturais.

O composto β -sitosterol foi o maior composto encontrado na amostra, corroborando com o estudo de Peixoto, 2016, em que a composição em fitoesteróis e tocoferóis dos óleos da amêndoa de baru obtidos por CO₂-SC e por prensagem mecânica, também indicam o β -sitosterol como fitoesterol majoritário, apresentando valores de 656 e 693,1 mg.100 g⁻¹ de óleo obtido por extração supercrítica, e no mesmo ano, Moraes 2016, desenvolveu sistemas dispersos a partir do óleo de baru e encontrou valores de 39,75% para o β -Sitosterol, contra 5,59% do composto estigmasterol e 2,48% do campesterol.

3.3.6 Perfil de ácidos graxos

O consumo de óleos vegetais monoinsaturados ricos em ácido oleico (C18:1, n-9) tem sido recomendado por apresentar dupla ligação localizada entre os carbonos 9 e 10, a partir do grupo metila. Tem-se observado que dietas ricas em ácido oleico aumentam o nível da fração de colesterol de lipoproteínas de alta densidade (HDLc) e podem reduzir o nível da fração de colesterol de lipoproteínas de baixa densidade (LDLc), melhorando a colesterolemia e conseqüentemente com redução da incidência de doenças cardíacas, esse fato tem incentivado pesquisas por novas fontes de óleos vegetais (MAHAN *et al.*, 2010).

Uma dieta rica em ácidos graxos pode prever alguns efeitos biológicos, como o acúmulo de colesterol e LDL no fígado e nas artérias no corpo humano. Dessa forma, alimentos com maiores teores de ácidos graxos saturados tendem a forçar acúmulo de LDL, enquanto maior percentual de ácidos graxos poli-insaturados diminui os índices de colesterol (WEST *et al.*, 2020).

O óleo vegetal de baru possui cerca de 78,5% de insaturação e os principais ácidos graxos encontrados no baru são predominantemente os ácidos graxos essenciais oleico (C18:1) (78,5%) e linoleico (C18:2) (47,2%), que são moléculas necessárias ao organismo, mas que não são naturalmente sintetizadas por ele (FARIA, 2015). Encontra-se no óleo cerca de 0,1% de ácido linolênico (C18:3), 2,7% de ácido eicosenoico (C20:1) e 0,3% de ácido erúsico (C22:1). Além disso, o óleo vegetal de baru possui ácido palmítico (C16:0) e ácido esteárico (C18:0) como ácidos graxos saturados em sua estrutura (OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020).

No óleo de baru foram quantificados 7 ácidos graxos com cadeias entre 16 e 22 carbonos e distribuídos em ácidos graxos saturados, monoinsaturados (MUFAs) e poli-insaturados (PUFAs) (Tabela 8). Os principais ácidos graxos saturados observados foram o ácido palmítico (7,87%) e o esteárico (8,08%) por extração Soxhlet. Os ácidos graxos insaturados, componente majoritário presente no óleo de baru são compostos principalmente pelo ácido linoleico (28,56%) por extração Supercrítico e ácido oleico (54,34%) por extração Soxhlet.

Ao analisar a tabela, é possível notar que o óleo de baru apresenta alto grau de insaturação, predominantemente constituído pelos ácidos oleico (18:1) e linoleico (18:2), que se diferenciam conforme o método de extração utilizado, dessa forma, é possível justificar que o método de extração e solvente escolhido para a extração do óleo mostra-se eficaz.

Tabela 8 – Perfil de ácidos graxos do óleo de amêndoas de baru.

Ácidos graxos		Extração	
		supercrítica 4 (280 BAR e 60° C)	Média Soxhlet
Ácido palmítico	C16:0	7,11 ± 0,11 ^b	7,87 ± 0,01 ^a
Ácido esteárico	C18:0	6,92 ± 0,06 ^b	8,08 ± 0,19 ^a
Ácido oleico	C18:1	51,10 ± 0,46 ^b	54,34 ± 0,33 ^a
Ácido linoleico	C18:2	28,56 ± 0,2 ^a	21,73 ± 0,03 ^b
Ácido araquídico	C20:0	1,38 ± 0,05 ^b	1,69 ± 0,03 ^a
Ácido gadoleico	C20:1	1,91 ± 0,01 ^b	2,37 ± 0,04 ^a
Ácido behênico	C22:00	3,00 ± 0,02 ^b	3,93 ± 0,1 ^a

Médias na mesma linha seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente ($p > 0,05$).

O presente trabalho encontrou maiores concentrações de ácido graxo oleico 54,34% (ômega 9), seguido pelo linoleico 28,56% (ômega 6). Semelhante a este trabalho a composição do óleo extraído da amêndoa do baru por meio de fluido supercrítico, apresentou altos níveis de ácidos graxos, como oleico (entre 50 e 54%), linoleico (entre 23 e 25%), além de pequenas quantidades dos ácidos palmítico, esteárico e ácido araquidônico (FETZER *et al.*, 2018).

Apesar de a castanha de baru ser caracterizada como uma rica fonte de bioativos compostos, existem poucos estudos sobre a caracterização dos compostos fenólicos. O ácido gálico já identificado como o principal composto na castanha de baru torrada, seguido por ácido ferúlico, ácido elágico e ácido p-cumárico (LEMOS *et al.*, 2012).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, 2003, a proporção recomendada de ácido linoleico e linolênico para consumo é de 5:1 a 10:1. A semente do baru apresenta 40,2% de óleo em sua composição, sendo riquíssima em óleos com grau de insaturação elevado (FARIA, 2014). Contudo, os ácidos graxos insaturados são altamente

susceptíveis à oxidação, resultando em perda de cor e sua função biológica nos óleos (COMUNIAN *et al.*, 2020). Em estudo realizado por Takemoto *et al.*, 2001, o óleo da semente de baru apresentou teores relativamente elevado grau de insaturação (81,2%), conteúdo de α -tocoferol (5,0mg/100 g) e composição em ácidos graxos semelhantes ao do óleo de amendoim, destacando-se os ácidos oleicos (50,4%) e linoleico (28,0%).

Vera *et al.*, 2009, encontraram maiores concentrações de ácidos graxos oleico (ômega 9) e o linoleico (ômega 6), seguidos pelo ácido palmítico no óleo das amêndoas de baru e os ácidos graxos saturados, que apresentaram maiores concentrações nesse estudo foram o palmítico, o esteárico, o lignocérico e o behênico, o mesmo autor afirma que a ingestão de 20 g de óleo de baru pode suprir até 55% das necessidades diárias de ingestão de ácido linoleico de uma criança de 4 a 8 anos de idade. Lemos *et al.*, 2012, evidenciaram ainda a presença de diversos compostos fenólicos, como ácido cumárico, elágico e cafeico, e ainda epicatequinas e ácido gálico nas amêndoas do baru.

Estudo semelhante que avaliou a otimização e a análise da composição do óleo de amêndoa de pequi por extração supercrítica com CO₂, achou predominantemente ácido oleico (> 50%) e o ácido palmítico (> 35%) e com concentrações de ácidos graxos constantes em todas as condições experimentais (MATEUS *et al.*, 2023).

Trabalhos encontrados na literatura relatam a composição de ácidos graxos e/ou propriedades físico-químicas do baru frente a diferentes métodos de extração (MARTINS *et al.*, 2013; DE ARAUJO *et al.*, 2016; FETZER *et al.*, 2018), o fornecimento de dados sobre a caracterização do óleo de baru pode impulsionar o desenvolvimento de novos produtos que possuem ampla utilização na indústria de alimentos, cosmética e farmacêutica e ainda podem contribuir para a valorização e sustentabilidade do bioma cerrado.

3.4 Conclusão

Nos resultados das análises físico-químicas, obteve-se como resultado extrações lipídicas da amêndoa de baru que pode ser considerada boa fonte proteica e rica em micronutrientes. Em termos de rendimento de extração lipídica encontrou-se a melhor extração por Soxhlet (38,30%). As melhores condições de extração com CO₂ supercrítico foram 40°C e 280 bar, obtendo 30,36% de óleo. Para fitosteróis foi encontrado maior presença de β -Sitosterol ($106,2 \pm 2,9$ mg/100g), para a amostra extraída por CO₂ supercrítico a 60°C e 200 bar, sendo estas condições a maior extração total de fitosteróis ($169,5 \pm 4,2$). O ácido oleico (>50 %) e o ácido linoleico (>20 %) foram os ácidos graxos mais abundantes encontrados no óleo de baru.

Este trabalho permitiu estabelecer a melhor condição de extração lipídica do óleo da amêndoa do baru, que seja mais rica em atividade bioativa e com menores perdas de nutrientes durante os métodos de extração escolhidos. Sendo assim, permite a melhor escolha de extração, mais viável e com mais segurança nutricional para comercialização de produto de qualidade potencialmente benéfico a saúde humana, constituindo uma alternativa de geração de renda e sustentabilidade com preservação do cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **NFS Journal**. v. 24, p. 26-36, 2021.

AMORIM, FRANCIELLY DA ENCARNAÇÃO ET AL. **Capacidade antioxidante, compostos bioativos e atividade antimicrobiana in vitro em amêndoa e óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*)**, 2020.

ANTUNES, ALAÍDE LUCIVÂNIA; RAMOS, JÚLIA FERREIRA SOUZA; LACERDA, GUILHERME ARAÚJO. **Determinação de teor do óleo das sementes secas e torradas de Baru (*Dipteryx alata* Vog)**, 2019.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Official methods of Analysis. 16ed, 3rd rev, 1997.

ARAÚJO, W. O. de.; SANTOS, D. M. dos.; ASCHERI, D. P. R. Otimização do processo de extração de açúcares redutores da Polpa do baru. **Revista Agrotecnologia**, v. 4, n. 2, p. 118 - 133, 2013.

DE ARAÚJO, L. C. A., RIOS, N. L., BOLETI, A. P. A., & DOS SANTOS, E. L. 196 - Profile of Antioxidant Activity of Fruits of the Savana Brazilian. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 100 supplement, p. S95, 2016.

AZEEZ, L.; ADEBISI, S. A.; OYEDEJI, A. O.; ADETORO, R. O.; TIJANI, K. O. Bioactive compounds' contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.18, n.2, p. 120-126, 2017.

BATISTA, Francine Oliveira; DE SOUSA, Romaildo Santos. Compostos bioativos em frutos pequi (*caryocar brasiliense* camb.) E baru (*dipteryx alata* vogel) e seus usos potenciais: uma revisão/Bioactive compounds in fruits pequi (*caryocar brasiliense* camb.) E baru (*dipteryx alata* vogel) and their potential uses: a review. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019.

BARBOSA, W.L.R.; QUIGNARD, E.; TAVARES, E. C. C.; PINTO, L. do N.; OLIVEIRA, F.Q. OLIVEIRA, R. M. de. Manual para Análise Fitoquímica e Cromatográfica de Extratos Vegetais. **Revista Científica da UFPA**, v.4, 2004.

BECKER DFS, GONÇALVES LAG, GRIMALDI R, FERNANDES GB. Quantificação de fitosteróis em azeite de Oliva importados e disponíveis no comércio de Campinas utilizando Cromatografia em Fase Gasosa. **Braz. J. Food Technol**, 2005.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Of Biochemistry And Physiology**, Toronto, v.37, n.8, p. 911-917, 1959.

BORGES, THAYS HELENA PEREIRA. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento**. Tese de Doutorado. Dissertation, Universidade Federal de Goiás, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Portaria n°27, de 13 de janeiro de 1998. Brasília. 1998.

BRASIL. Instrução normativa Nº 08, de 02 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Brasília: Diário Oficial da União, 91p. Seção 1, 2005.

CAMPIDELLI, M. L. L., CARNEIRO, J. D. S., SOUZA, E. C., MAGALHÃES, M. L., NUNES, E. E. C., FARIA, P. B., & BOAS, E. V. 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.

CARVALHO, A.; BARBOSA, E.; SIQUEIRA, K. Aproveitamento de Resíduos de Processamento de Castanha de Baru para Desenvolvimento de Gelado Comestível. **Revista Processos Químicos**. 10. p.287-293. 2016.

CHAÑI-PAUCAR, Larry Oscar et al. A comparative and economic study of the extraction of oil from Baru (*Dipteryx alata*) seeds by supercritical CO₂ with and without mechanical pressing. **Heliyon**, v. 7, n. 1, p. e05971, 2021.

CIVAN, M.; KUMCUOGLU, S. **Green ultrasound-assisted extraction of carotenoid and capsaicinoid from the pulp of hot pepper paste based on the bio-refinery concept**. **LWT**, v. 113, p. 108320, 2019.

COMUNIAN, T. A., SILVA, M. P., MORAES, I. C. F., & FAVARO-TRINDADE, C. S. Reducing carotenoid loss during storage by co-encapsulation of pequi and buriti oils in oil-in-water emulsions followed by freeze-drying: Use of heated and unheated whey protein isolates as emulsifiers. **Food Research International**, v. 130, 108901, 2020.

CRUZ, Kézia Soares da et al. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 11, p. 2006-2012, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 900 p., 2010.

DA SILVA, F. C., & DA SILVA, F. C. (2009). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

DEL RIO, D.; RODRIGUEZ-MENDES, A.; SPENCER, J. P.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. **Dietary (poly) phenolics in human health: structures, bioavailability, and evidence of protective effects against chronic diseases**. **Antioxidants and Redox Signalling**, v. 18, n. 14, p. 1818-1892, 2013.

DE SOUZA PAGLARINI, C., DE SOUZA QUEIRÓS, 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. **Journal of food science and technology**, v. 55, p. 164-172, 2018.

FARIA, ANNA PAULA OLIVEIRA. **Nanoestruturação do óleo de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)**, 2015.

FARIA, A. P. O. **Nanoestruturação do óleo de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2014. 49 f., il. Monografia (Bacharelado em Farmácia). Universidade de Brasília, Ceilândia-DF, 2014.

FAVARETO, R., TEIXEIRA, M. B., SOARES, F. A. L., BELISÁRIO, C. M., CABRAL, J. F., DA SILVA, E. A., & CARDOZO-FILHO, L. Extraction of bioactive compounds of leaves of *Duguetia furfuracea* (annonaceae) using green and organic solvents. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 36, p. 549-556, 2019.

FERNANDES, A. B. C., MARCOLINO, V. A., SILVA, C., BARAO, C. E., & PIMENTEL, T. C. Potentially synbiotic fermented beverages processed with water-soluble extract of Baru almond. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101200, 2021.

FETZER, D. L., CRUZ, P. N., HAMERSKI, F., & CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata* vogel) seed oil using compressed solvents technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, p. 23-33, 2018.

FIORINI, ADRIANA MARIA RAGASSI. **Atividade funcional e antioxidante das amêndoas do baru**, 2018.

FOLCH, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **J. Biol. Chem.** 226: 497–509, 1957.

GOMES, ILMA MARQUES ET AL. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante in vitro de frações hidrofílicas e lipofílicas de óleo e amêndoa de baru (*dipteryx alata* vogel)**, 2019.

HERRERO, M.; SÁNCHEZ-CAMARGO, A. del P.; CIFUENTES, A.; IBÁÑEZ, E. Plants, seaweeds, microalgae and food by-products as natural sources of functional ingredients obtained using pressurized liquid extraction and supercritical fluid extraction. **TrAC - Trends in Analytical Chemistry**, v. 71, p. 26–38, 2015.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, Ed. IV, 1ª Ed. Digital, SES – CCD – IAL, 2008.

KALO P, KUURANNE T. Analysis of free and esterified sterols in fats and oils by flash chromatography, gas chromatography and electrospray tandem mass spectrometry. *J.Chromatogr. A.*, 2001.

LEMOS, M. R.B.; SIQUEIRA, E.M.A.; ARRUDA, S.F.; ZAMBLIAZI, R.C. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **Food Research International**. v. 48, p 592–597, 2012.

LEMOS, M.R.B. **Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), submetidas a processo de torrefação**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, 2012.

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. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, 2010.

LIMA, JEAN CARLOS RODRIGUES. **Efeitos dos Parâmetros da Extração e Avaliação da Qualidade Física e Química dos óleos de Baru e Amendoim**. 2012.

LOVEJOY JC, MOST MM, LEFEVRE M, GREENWAY FL, ROOD JC. Effect of diets enriched in almonds on insulin action and serum lipids in adults with normal glucose tolerance or type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*; 76(5):1000-6, 2002.

LÓPEZ-URIARTE P, NOGUÉS R, SAEZ G, BULLÓ M, ROMEU M, MASANA L, ET AL. Effect of nut consumption on oxidative stress and the endothelial function in metabolic syndrome. **Clin Nutr**; 29(3):373-80, 2010.

MAHAN LK, ESCOTT-STUMP, S. KRAUSE: alimentos, nutrição e dietoterapia. São Paulo: Roca; 2010.

MAGUIRE LS, O'Sullivan SM, Galvin K, O'Connor TP, O'Brien NM. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. **Int J Food Sci Nutr**;55(3):171-8, 2004.

MANTELL, C.; CASAS, L.; RODRÍGUEZ, M.; DE LA OSSA, E. M. Supercritical fluid extraction. **Separation and Purification Technologies in Biorefineries**, p. 79- 100, 2013.

MARINHO, E. D. A., MANDÚ, V., CAMPO, R., DA COSTA, L. D. L., BORSATO, A., & DONADON, J. Compostos bioativos em amêndoas in natura de baru (*Dipteryx alata*) durante o armazenamento. In: **Embrapa Pantanal-Artigo em anais de congresso (ALICE)**, 2017.

MARQUES, FG. **Estudo da composição química e microencapsulação do óleo fixo de *Dipteryx alata* Vogel Fabaceae(baru)**. [Dissertação de mestrado]. Goiânia: Universidade Federal de Goiás; 2013.

MARQUES, F. G., OLIVEIRA NETO, J. R. D., CUNHA, L. C. D., PAULA, J. R. D., & BARA, M. T. F. Identification of terpenes and phytosterols in *Dipteryx alata* (baru) oil seeds obtained through pressing. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, p. 522-525, 2015.

MATEUS LS, DUTRA JM, FAVARETO R, DA SILVA EA, FERREIRA PINTO L, DA SILVA C, CARDOZO-FILHO L. Optimization Studies and Compositional Oil Analysis of Pequi (*Caryocar brasiliense* Cambess) Almonds by **Supercritical CO₂ Extraction**. *Molecules.*; 28(3):1030, 2023.

MELECHI, M. I. S. **Caracterização química de extratos de *Hibiscus tiliaceus* L: Estudo comparativo de métodos de extração**. Porto Alegre: UFRGS. Tese (Doutorado em Química), Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

MORAES, C. S. S. **Desenvolvimento de sistemas dispersos a partir do óleo das sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog)**. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, p.63., 2016.

MORAIS, FLÁVIA ALVES ET AL. **Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa**, 2019.

MURRAY, R. K.; BENDER, D. A.; BOTHAM, K. M.; KENNELLY, P. J.; RODWELL, V. W.; WEIL, P. A. *Bioquímica ilustrada de Harper*. 29. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

O'BRIEN, R. D. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. Pennsylvania: **Technomic Publishing Company**, 1998.

OLIVEIRA-ALVEZ, 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. **Food Research International**. v.131, 2020.

OLIVEIRA-ALVEZ, 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. **Food Research International**. v.131, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Dieta, Nutrition y Prevencion de Enfermidades Cronicas*. Serie de Informes Técnicos; 916. Genebra: [s.n.], 2003.

PEIXOTO, V. O. D. S. **Óleo da amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.): otimização da extração por CO₂ supercrítico e composição química**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, P.106, 2016.

PEIXOTO, V. O. D. S., DE OLIVEIRA SILVA, L., CASTELO-BRANCO, V. N., & TORRES, A. G. Baru (*Dipteryx alata* Vogel) Oil Extraction by Supercritical-CO₂: Improved Composition by Using Water as Cosolvent. **Journal of Oleo Science**, v. 71, n. 2, p. 201-213, 2022.

PINELI, L., OLIVEIRA, G., MENDONÇA, M., BORGIO, L., FREIRE, É., CELESTINO, S., & BOTELHO, R. Tracing chemical and sensory characteristics of baru oil during storage under nitrogen. **LWT-Food Science and Technology**, v. 62, n. 2, p. 976-982, 2015.

PIMENTEL CVMB, Francki VM, Gollücke APB. **Alimentos funcionais: introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela; 2005.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual de Química**. v. 5, n. 1, p.2-15, 2012.

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. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 244-249, 2018.

SANTOS, C. M. B., DE PAIVA BRANDÃO, M. L., PAZ, A. T. S., ROMANO, C. A., SILVA, T. G., SANTIAGO, R. D. A. C., & DA CONCEIÇÃO, E. C. Development of a prototype of a food supplement enriched with selenium based on fibers from the peel and pulp of *Dipteryx alata* Vogel (Baru). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 11, 2022.

SANTOS, P.; AGUIAR, A. C.; VIGANÓ, J.; BOEING, J. S.; VISETAINER, J. V.; MARTÍNEZ, J. Supercritical CO₂ extraction of cumbaru oil (*Dipteryx alata* Vog.) assisted by ultrasound: global yield, kinetics and fatty acid composition. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 107, p. 75-83, 2016.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: **Editora UFV**, 235p., 2002.

SILVA, D. V., DE OLIVEIRA, D. E., RESENDE, O., DA SILVA, M. A., & BARCELOS, K. R. 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.

SOCCOL, C. R; PRADO, F. C; VANDENBERGHE, L. P. S; PANDEY, A. General aspects in citric acid production by submerged and solid-state fermentation. **Process Biochemistry**, p.652-664, 2003.

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. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2319-2325, 2011.

SOUZA, P. L.; SILVA, M.R. Quality of granola prepared with dried caju-do-cerrado (*Anacardium othonianum* Rizz) and baru almonds (*Dipteryx alata* Vog). **J Food Sci Technol**. Mar; v. 52, n. 3, p 1712-7, 2015.

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

TAPSELL LC, GILLEN LJ, PATCH CS, BATTERHAM M, OWEN A, BARÉ M, ET AL. Including walnuts in a low-fat/modifiedfat diet improves HDL cholesterol-to-total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, 2004.

TEIXEIRA, PAULO CLÉBER; ZUNIGA, ABRAHAM; RIBEIRO, LAYSE. MODELAGEM MATEMÁTICA E CINÉTICA DA SECAGEM DA AMÊNDOA DO BARU (*Dipteryx alata* Vog. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015.

TORRES, M. P. R., DOROTEU, K., VALADÃ, D. M. S., GLUSCZAK, L., & AGOSTINI, J. S. Physical and Nutritional Characteristics of Pequi Fruit and Comparison of Different Methods for Extraction of their Lipids. **Scientific Electronic Archives**, v. 1, p. 6-10, 2012.

VERA, R., SOARES JUNIOR, M. S., NAVES, R. V., SOUZA, E. R. B. D., 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 112-118, 2009.

VIEIRA JÚNIOR GM, ROCHA E SILVA H, BITTENCOURT TC, CHAVES MH, SIMONE CA. Terpenos e ácidos graxos de *dipteryx lacunifera ducke*. **Quim Nova**, 2007.

WENCESLAU, B. R., SANTOS, K. A., DA SILVA, E. A., CARDOZO-FILHO, L., DA SILVA, C., & FAVARETO, R. Guariroba (*Syagrus oleracea*) kernel oil extraction using supercritical CO₂ and compressed propane and its characterization. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 177, p. 105326, 2021.

WEST, A. L., Miles, E. A., Lillycrop, K. A., Napier, J. A., Calder, P. C., & Burdge, G. C. Genetically modified plants are an alternative to oily fish for providing n -3 polyunsaturated fatty acids in the human diet: A summary of the findings of a Biotechnology and Biological Sciences Research Council funded project. *Nutrition Bulletin*, 46(1), 60–68, 2020.

WOISKY & SALATINO A. Analysis os propolis: some parameters ond prodecore for chemical fuality control. **Journal of Apicultural Research & bee world** V.37, n.2, p.99-105, 1998.

YE J, CHANG W, HSIEH DJ, HSIAO M. Extraction and analysis of β -sitosterol in Herbal Medicines. **J. Med. Plants Res.**; 4(7):522-527, 2010.

ZHOU, J., GULLÓN, B., WANG, M., GULLÓN, P., LORENZO, J. M., & BARBA, F. J. **The Application of Supercritical Fluids Technology to Recover Healthy valuable Compounds from Marine and Agricultural Food Processing By-Products: A Review. Processes**, 9, 357, 2021.

ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; ZUFFO-JÚNIOR, J.M. Caracterização biométrica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata*Vog.) na região leste de Mato Grosso, Brasil. **Revista Ciências Agrárias**, v. 37, n. 4, p. 463-471, 2014.

4 CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO CONSUMO DO BARU NA SAÚDE HUMANA

Artigo Técnico publicado na Revista Jornal da Fruta, 08/09/2022

<https://revistadafruta.com.br/artigos-tecnicos/influencia-do-consumo-do-baru-na-saude-humana,418611.jhtml>

Os alimentos de origem vegetal, como as oleaginosas, constituem uma das principais fontes de compostos bioativos e de ácidos graxos poli-insaturados, com isso, tornam-se alvos de estudos a fim de analisar a composição de suas amêndoas. A demanda por alimentos ricos em compostos bioativos vem aumentando nos últimos anos por sua propriedade funcional (COSTA *et al.*, 2011).

As castanhas são fontes de ácidos graxos insaturados, proteínas, fibras, micronutrientes, vitaminas e compostos bioativos, e atuam retardando o processo de envelhecimento, estimulando o sistema imunológico e protegendo contra doenças cardíacas e certos tipos de câncer (COSTA *et al.*, 2011).

Uma dieta rica em castanhas e nozes contribuem para menor risco de doenças crônicas e melhora o estado de saúde geral do indivíduo, ainda que muitos compostos presentes nas castanhas ainda não tenham sido identificados e caracterizados (COSTA *et al.*, 2011).

Oleaginosas in natura são ótimas fontes de fitoesteróis e que devem ser consumidas diariamente para que atingir os níveis benéficos recomendados para a saúde humana. A variação na quantidade disponível de esteróis em cada alimento é diferente, portanto, torna-se importante diversificar a ingestão das oleaginosas (ESCHE *et al.*, 2013).

O amendoim e a amêndoa do baru constituem-se de boa fonte energética e proteica, o perfil de ácido graxo do baru é semelhante ao amendoim. O consumo de castanhas está associado à redução do risco de doenças cardiovasculares (DCV), assim como a razão de ômega 6 a ômega 3 podendo contribuir para a redução dos fatores de risco (HONG *et al.*, 2018; ALVES *et al.*, 2016). A razão de ω -6 a ω -3 da amêndoa de baru é grande para ácidos graxos monoinsaturados em comparação a outras oleaginosas (ALVES *et al.*, 2016). Sendo assim, o óleo da amêndoa de baru contém boa relação de ácidos graxos ω -6: ω -3, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) é recomendada a proporção de 5:1 a 10:1 para ω -6 e ω -3 (OMS, 2003).

As amêndoas de baru são ótima fonte energética apresentando 560,30 calorias em 100 gramas, com alto conteúdo de teores de lipídios (37,38 gramas/100g), principalmente

ácidos graxos monoinsaturados, especificamente ácido oleico (47,20 g/100 g), boa fonte de proteínas (21,58 gramas/100g) e vitamina C (0,69 mg/100g) (KWIATKIWSKI *et al.*, 2018; OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020).

O óleo de baru apresenta alto teor de lipídeos de cadeia insaturada, caracterizando seu potencial antioxidante capaz de reduzir os danos causados pelos radicais livres que atuam no organismo e que podem retardar o envelhecimento precoce e até mutações e doenças como câncer (SOUZA *et al.*, 2019).

Os compostos bioativos do baru estão presentes tanto na polpa como na amêndoa do fruto, a polpa é rica em antioxidantes e o óleo extraído do baru apresenta tocoferóis, atividade antioxidante, ácidos graxos (oleico e linoleico), ácido palmítico, esteárico e araquidônico. (ARAÚJO *et al.*, 2016; FETZER *et al.*, 2018).

No baru destaca-se também o alto conteúdo de fitosteróis, com 100 a 200 mg de β -sitosterol por 100 gramas, e os altos teores de vitamina E, além da presença de alguns ácidos fenólicos em sua amêndoa (FREITAS; NAVES, 2010). O consumo de amêndoas de baru está relacionado com a redução da adiposidade abdominal em mulheres com sobrepeso e obesidade e melhoram os níveis de HDL (lipoproteína de alta densidade. (SOUZA *et al.*, 2018).

Fernandes *et al.*, 2015, ao comparar o efeito do consumo de amêndoa de baru e castanha do Pará sobre a dislipidemia e o estresse oxidativo em ratos, viu resultados mais promissores para a amêndoa do baru, concluindo que o baru pode ter grande potencial como fonte alternativa de lipídio vegetal na alimentação humana no controle e prevenção da dislipidemia.

O baru ainda se caracteriza por ser boa fonte de fibra alimentar em concentração média de 14% da amêndoa e com predominância de fibras insolúveis (FREITAS *et al.*, 2010). É indicado na medicina popular para tratar infecções do trato urinária, a fim de determinar esse potencial antimicrobiano, Sanchez, 2014, preparou extrato bruto do baru a diferentes concentrações e foram realizados testes de sensibilidade com vários antibióticos a cepas de agentes causadores de infecções urinárias, como: *Proteus sp.*, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp.* e *Staphylococcus sp.*

O uso de amêndoas é apreciado pelo brasileiro, considerado um alimento rico em nutrientes, em ácidos graxos poli-insaturados com ação antioxidante gerando benefícios

para a saúde. O baru é um fruto do cerrado promissor, rico em nutrientes e de sabor agradável, sendo assim, muito utilizado na culinária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, ALINE MEDEIROS; FERNANDES, DANIELA CANUTO; BORGES, JULLYANA FREITAS; SOUSA, AMANDA GOULART DE OLIVEIRA; NAVES, MARIA MARGARETH VELOSO; Oilseeds native to the Cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health, **Revista de Nutrição**, Volume 29, N. 6, Pages 859-866, dec 2016.

COSTA, TAINARA; JORGE, NEUZA. Compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes. UNOPAR Científica. **Ciências Biológicas e da Saúde**, p. 195-203, 2011.

ESCHE, R.; MÜLLER, L.; ENGEL, K.H. OLIVE LC-GC-Based analysis of minor lipids in various tree nuts and peanuts. **J. Agricultural and Food Chemistry**, 61, 11636–11644, 2013.

FERNANDES, DC; ALVES AM; CASTRO GSF; JORDÃO JUNIOR, AA; NAVES MMV. Efeitos baru amêndoa e castanha-do-pará contra hiperlipidemia e estresse oxidativo in vivo. **J Food Res.**; 4(4):38-46, 2015.

FETZER, D. L., CRUZ, P. N., HAMERSKI, F., & CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata* vogel) seed oil using compressed solvents technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, p. 23-33, 2018.

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**, Volume 23, N. 2, Pages 269-279, apr 2010.

HONG, M. Y., GROVEN, S., MARX, A., RASMUSSEN, C., & BEIDLER, J. Anti-inflammatory, antioxidant, and hypolipidemic effects of mixed nuts in atherogenic diet-fed rats. **Molecules**, v. 23, n. 12, p. 3126, 2018.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra: OMS, (OMS Serie de Informes Técnicos, 916), 2003.

SANCHEZ, R. M. **Estudo fitoquímico e Propriedades Biológicas da Dipteryx alata Vogel (baru)**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, p.98. 2014.

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**, v. 55 – 56.

5.CONCLUSÃO GERAL

De acordo com as características físico-químicas determinadas para o óleo extraído da amêndoa de baru (*D. alata*) conclui-se que o óleo de baru pode ser considerado matéria-prima adequada, com alto teor de lipídeos (aproximadamente 38,30% pelo método Soxhlet), a amêndoa de baru pode ser considerada uma oleaginosa com grande produtividade. Com isso, o consumo da semente de baru é recomendado em alimentação saudável.

A amêndoa de baru constitui fonte significativa de proteína e lipídeos, bem como ácido graxos insaturados, sendo os ácidos graxos de maior concentração o oleico e o linoleico, com elevadas porcentagens de fibra, bem como considerável quantidade de carboidratos totais e boa fonte calórica, e apresenta baixo teor de umidade. Além, de teores significativos de minerais e os maiores como o potássio, fósforo e enxofre e o micronutriente de maior concentração é o ferro. As propriedades físico-químicas dos óleos das sementes são comparáveis aos óleos convencionais de boa qualidade.

As amêndoas de baru podem ser rica e importante fonte alimentar, apresentando um mercado expressivo no estado de Goiás por seu potencial produtivo.