

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

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BARU: INFLUÊNCIA DA
SECAGEM DO EPICARPO E MESOCARPO E DIFERENTES
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA**

Autora: Flávia Alves Morais
Orientador: Dr. Celso Martins Belisário
Coorientador: Dr. Rogério Favareto

Rio Verde, Goiás
Agosto, 2019

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

**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BARU: INFLUÊNCIA DA
SECAGEM DO EPICARPO E MESOCARPO E DIFERENTES
MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA AMÊNDOA**

Autora: Flávia Alves Morais

Orientador: Dr. Celso Martins Belisário

Coorientador: Dr. Rogério Favareto

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: Inovação e desenvolvimento de produtos a partir de frutos nativos, com ênfase em frutos do Cerrado.

Rio Verde, Goiás

Agosto, 2019

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

Morais, Flávia
MM627a Avaliação físico-química do Baru: influência da
secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos
de extração do óleo da amêndoa / Flávia
Morais; orientador Celso Belisário; co-orientador
Rogério Favareto. -- Rio Verde, 2019.
39 p.

Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação
em Tecnologia de Alimentos) -- Instituto Federal
Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. Compostos bioativos. 2. Rendimentos. 3.
Capacidade de proteção. I. Belisário, Celso, orient.
II. Favareto, Rogério, co-orient. III. Título.

Responsável: Johnathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documentalista CRB-1 n°2376

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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital 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 | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e | Educacional - Tipo: |

Nome Completo do Autor: Flávia Alves Moraes
Matrícula: 2017202330740110

Título do Trabalho: Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa.

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 02/08/2019

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

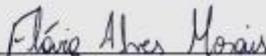
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

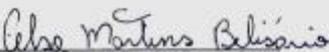
- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal 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;
- 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, 02/08/2019.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

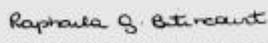
Ciente e de acordo:



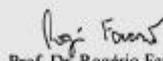
Assinatura do(a) orientador(a)

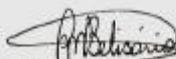
ATA Nº/39
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos treze dias do mês de junho do ano de dois mil e dezenove, às 13h (treze horas), reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Celso Martins Belisário (Orientador), Prof. Dr. Rogério Favareto (Avaliador interno), Prof. Dr. Raphaela Gabri Bitencourt (Avaliadora externa) e Dr. Kelly Aparecida de Sousa (Avaliadora externa) sob a presidência do primeiro, em sessão pública realizada no auditório do Pavilhão da Pesquisa e Pós-Graduação do IF Goiano – Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **FLÁVIA ALVES MORAIS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Celso Martins Belisário, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a(o) autor(a) da Dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, na área de concentração Tecnologia e Processamento de Alimentos, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGTA da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até 60 (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, eu, Angélica Ferreira Melo, secretária do PPGTA, lavrei a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora em seis vias de igual teor.


 Prof. Dr. Raphaela Gabri Bitencourt
 Avaliadora externa
 IF Goiano/Rio Verde


 Dr. Kelly Aparecida de Sousa
 Avaliadora externa
 IF Goiano/Rio Verde


 Prof. Dr. Rogério Favareto
 Avaliador interno
 IF Goiano/Rio Verde


 Prof. Dr. Celso Martins Belisário
 Presidente da banca
 IF Goiano/Rio Verde

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

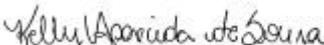
**AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO BARU: INFLUÊNCIA
DA SECAGEM DO EPICARPO E MESOCARPO E
DIFERENTES MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DO ÓLEO DA
AMÊNDOA**

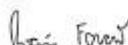
Autora: Flávia Alves Morais
Orientador: Celso Martins Belisário

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração
em Tecnologia e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 13 de junho de 2019.


Dr. Raphaela Gabrí Bitencourt
Avaliadora externa
IF Goiano/Rio Verde


Dr. Kelly Aparecida de Sousa
Avaliadora externa
IF Goiano/Rio Verde


Dr. Rogério Favareto
Avaliador interno
IF Goiano/Rio Verde


Dr. Celso Martins Belisário
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, todas as realizações, conquistas, força, coragem e méritos alcançados. Por ser filha de uma mulher guerreira, batalhadora e incrível. Que não mediu esforços e jornadas árduas de trabalho para me proporcionar a vida, sustentar e manter meus estudos em instituições que não foram fáceis de serem conseguidas.

Aos meus avós Eurípidas e Leôncio, que sempre estiveram dispostos a ajudar. Todos os ensinamentos, compreensão, companheirismo, conselhos e por estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

A minha querida irmã Maria Rita, por ser uma menina cheia de alegria, proporcionando entusiasmo, cumplicidade e companheirismo.

Ao meu namorado Fernando, pelo apoio, companheirismo, compreensão, encorajar diante dos diversos obstáculos, e estar sempre disposto a ajudar.

Ao professor orientador Dr. Celso Martins Belisário, por todos os conhecimentos, ensinamentos repassados e paciência.

Ao coorientador professor Dr. Rogério Favareto, pelo apoio e conhecimentos repassados.

Agradeço o incentivo para aperfeiçoar meus conhecimentos e por todas as contribuições e ajudas recebidas dos amigos Carlos Vinicius e Autielis.

Aos colegas do laboratório de Fitoquímica do IFGoiano –Campus Rio Verde. Em específico a Geisa e ao Vicente, que não mediram esforços para ajudar, acompanhar nas diversas análises.

Ao IFGoiano – Campus Rio Verde, por permitir a realização da graduação e a Pós-graduação. Desde a estrutura, suprimentos de materiais, equipamentos utilizados e pelo corpo docente.

A Universidade Estadual de Maringá, por permitir a realização das análises de extração supercrítica.

Enfim, a todos amigos, familiares e colegas que de uma maneira direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho e para o crescimento pessoal e profissional. Muito Obrigada!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Flávia Alves Moraes, nasceu no dia 24 de Agosto de 1992 em Acreúna – Goiás, filha de Selma Aparecida Alves e Léo Mario de Moraes Rocha. Em fevereiro de 2011 iniciou a graduação em Licenciatura em Química, no Instituto Federal Goiano- Campus Rio Verde-GO, foi aluna de Iniciação Científica (2013 -2015), concluiu em março de 2016. Em setembro de 2017, ingressou no Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos, no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde- GO, sob orientação dos professores Dr. Celso Martins Belisário e Dr. Rogério Favareto.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. O Baru.....	Erro! Indicador não definido.
1.2. Compostos Funcionais	3
1.3. Extração hidroetanólica e Extração Supercrítica	Erro! Indicador não definido.
1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
2. OBJETIVOS.....	10
3. CAPÍTULO I.....	
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DO BARU SECA EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	11
3.1 INTRODUÇÃO	12
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
3.4 CONCLUSÃO	20
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21
4. CAPÍTULO II.....	
COMPARAÇÃO DOS TEORES DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DA AMÊNDOA DO BARU SUBMETIDA À EXTRAÇÃO CONVENCIONAL E SUPERCRÍTICA.....	26
4.1. INTRODUÇÃO	27
4.2. MATERIAL E MÉTODOS	30
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.4 CONCLUSÃO	35
4.5REFERÊNCIAS.....	35
CONCLUSÃO GERAL.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral do Barueiro	1
Figura 2: Fruto do Barueiro: (a) Baru; (b) Estruturas internas do Baru; (c) Amêndoa ...	2
Figura 3: Estrutura básica dos flavonoides	4
Figura 4 - Estrutura química tanino hidrolisável	5
Figura 5: Estrutura química tanino condensado	5
Figura 6: Extrator Supercrítico	31

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Médias seguidas dos respectivos desvio padrão dos resultados de análises físico-químicas da casca do baru submetida a diferentes temperaturas de secagem.	17
Tabela 2: Flavonoides, Taninos, Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante da casca do Baru em diferentes temperaturas de secagem.....	18
Tabela 3: Rendimento de extração (%), fenólicos totais (mg EAG 100 g ⁻¹) e atividade antioxidante (% de proteção), dos óleos da amêndoa do Baru, obtidos por extração convencional e supercrítica.....	33

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo	Sigla
AAT	Atividade Antioxidante total (%)
Abs	Absorbância
Abs _{inicial}	Absorbância inicial
Abs _{final}	Absorbância final
AlCl ₃	Cloreto de Alumínio
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
atm	Atmosfera
ATT	Acidez total titulável
β	Beta
bar	Pressão
°C	Grau Celsius
cm	Centímetros
CO ₂	Dióxido de Carbono
CV	Coefficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EAG	Equivalente de ácido gálico
EAT	Equivalente de ácido tânico
g	Grama
h	Horas
IFGoiano	Instituto Federal Goiano
K	Kelvin
Km ²	Quilômetro quadrado
L	Litro
min	Minuto
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mol	Mol
N	Número de gramas de lipídios
NaClO	Hipoclorito de sódio
NaNO ₂	Nitrito de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
nm	Nanômetro
°Brix	Grau Brix (escala numérica de índice de refração)
-OH	Radical hidroxila
P	Número de gramas da amostra
Pc	Pressão crítica
pH	Potencial hidrogeniônico
Red _{absamostra}	Redução absorbância da amostra
SS	Sólidos Solúveis
Tc	Temperatura crítica
Trolox	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
UV-Vis	Ultravioleta visível

μL
 μmol

Microlitro
Micromol

RESUMO

MORAIS, Flávia Alves. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, junho de 2019. **Avaliação físico-química do Baru: Influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa.** Orientador: Celso Martins Belisário. Coorientador: Rogério Favareto.

O Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel) é uma das diversas espécies de frutíferas que pode ser encontrada no Cerrado. O fruto produzido é denominado de Baru, internamente apresenta polpa carnosa com grande quantidade de fibras que é descartada e considerada resíduo. No seu interior abriga uma amêndoa utilizada na culinária tradicional. Nos últimos anos, a sociedade tem se tornado cada vez mais exigente quanto a demanda por alimentos fornecedores de nutrientes e que possuam efeito protetor ao organismo, dessa maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar e quantificar os teores de compostos com propriedades bioativas em extratos hidroetanólicos da casca (epicarpo e mesocarpo) do Baru, após a secagem e em extratos convencionais e supercríticos da amêndoa. Primeiramente foi realizada a secagem da casca em estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C. Após, realizou-se as análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais (°BRIX) e acidez total titulável dos extratos hidroetanólicos das cascas secas do Baru. A partir dos extratos analisou-se e quantificou-se os teores de compostos fenólicos, taninos, flavonoides e atividade antioxidante. Com a amêndoa do Baru, foi realizada a extração convencional em Soxhlet utilizando como solvente extrator hexano e foi procedida a extração supercrítica utilizando como fluido supercrítico o dióxido de carbono (CO₂). Foi determinado o método de extração que permitiu maiores rendimentos, teores de compostos fenólicos e capacidade de proteção antioxidante dos óleos. Através da análise dos resultados, foi possível verificar que a secagem potencializou o conteúdo de sólidos solúveis, reduziu o pH. Desta maneira, as amostras tornaram-se mais ácidas a medida que aumentou a temperatura. As temperaturas de 50°C e 80°C resultaram em pequenos valores de compostos bioativos e atividade antioxidante, devido aos longos períodos de exposição das amostras ou alta temperatura, promovendo a decomposição térmica dos componentes. A temperatura de secagem que condicionou a maior potencialização do conteúdo de flavonoides e atividade antioxidante ocorreu a 70°C. Sendo uma temperatura intermediária, não ocasionando a degradação térmica dos compostos com propriedades bioativas. Os teores de taninos e os compostos fenólicos não apresentaram diferença estatística segundo o teste de Tukey ao nível de 5%. Contudo, os óleos obtidos através da extração supercrítica apresentaram maiores rendimentos, compostos fenólicos e capacidade de proteção quando comparados com os óleos obtidos por extração convencional.

Palavras –chaves: Compostos bioativos, rendimentos, capacidade de proteção.

ABSTRACT

MORAIS, Flávia Alves. **Baru Physicochemical evaluation: Influence of epicarp and mesocarp drying and different methods of almond oil extraction.** . Advisor: Celso Martins Belisário. Coordination: Rogério Favareto.

The Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel) is one of several fruit plant species that can be found in the Savanna. The fruit produced is called Baru, internally it presents fleshy pulp with large amount of fibers that is discarded and considered as a residue. Inside it houses an almond used in traditional cooking. In recent years the society has become increasingly demanding for nutrients from food suppliers which have protective effect to the body. The aim of this study was to evaluate and quantify the levels of compounds with bioactive properties in hydroethanolic extracts of Baru bark (epicarp and mesocarp) after drying and in conventional and supercritical almond extracts. First, the bark was dried in a greenhouse with forced air circulation at temperatures of 50, 60, 70 and 80°C. After that, the physico-chemical analyzes of pH, total soluble solids (°BRIX) and total titratable acidity of the hydroethanolic extracts of the dried Baru bark were carried out. From the extracts the contents of phenolic compounds, tannins, flavonoids and antioxidant activity were analyzed and quantified. With the almond Baru, the conventional Soxhlet extraction was performed using hexane as a solvent and supercritical extractions was proceeded using the carbon dioxide (CO₂) as fluid. It was determined which extraction method allowed higher yields, phenolic compound contents and oil protection capacity. Through the results analysis, it was possible to verify that the drying improved the soluble solids content, and reduced the pH. In this way, the samples became more acidic as the temperature increased. The temperatures of 50°C and 80°C, resulted in small values of bioactive compounds and antioxidant activity, due to the long periods of sample exposure and high temperatures provide the thermal components decomposition. The drying temperature that conditioned the highest potentiation of the flavonoid content and antioxidant activity occurred at 70°C. Being an intermediate temperature, not causing the compounds thermal degradation with bioactive properties. The tannins and phenolic compounds levels did not present statistical difference according to the Tukey test at the 5% level. However, the oils obtained through the supercritical extraction presented higher yields, phenolic compounds and protection capacity when compared to the oils obtained by conventional extraction.

Key-words: Bioactive compounds, yields, protection capacity.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. O Baru (*Dipteryx alata* Vogel)

O Barueiro (Figura 1) é uma leguminosa arbórea do gênero Fabaceae, com distribuição natural em solos férteis do Cerrado brasileiro, que pode atingir entre 15 e 25 metros de altura, diâmetro de 70 cm e tempo de vida em torno de 60 anos. Possui produtividade anual em torno de 2000 a 6000 frutos por planta (CARRAZA e D'ÁVILA, 2010).

A nomenclatura do fruto apresenta variedades em função de sua ampla distribuição nas regiões do Cerrado. Popularmente é conhecido como Baru, porém apresenta outras designações como Cumbaru, Cumaru, Barujo, Coco-feijão, Castanha de burro (RIBEIRO et al., 2011).

A disponibilidade de água e as condições do solo são fatores que influem na frutificação. O fruto é revestido de polpa, endocarpo e internamente é constituído de única semente (amêndoa). O período de floração compreende os meses de novembro a maio, já a frutificação ocorre entre outubro a março e o processo de maturação de julho a outubro, épocas podem variar dependendo da localidade (SANO et al., 2004).



Figura 1. Visão geral do Barueiro. Fonte: Arquivo pessoal.

O fruto (Figura 2) é classificado como drupa, tem aspecto oval, apresentando coloração marrom escura, abriga única amêndoa. A amêndoa do Baru possui valor de mercado considerável na fabricação de doces, sorvete e licores. Porém, o aspecto

sensorial da polpa, pela presença de taninos, é levemente adocicado e adstringente, fazendo com que o consumo seja menor na alimentação humana (DA CRUZ et al, 2011).

A colheita é realizada com a maturação dos frutos e o momento ideal para a coleta é quando ocorre a queda destes no chão. Se o fruto for colhido fora de época, a polpa concentra maior sabor adstringente, em função da elevação dos teores de taninos que decrescem com o período de maturação (BAILÃO et al., 2015).

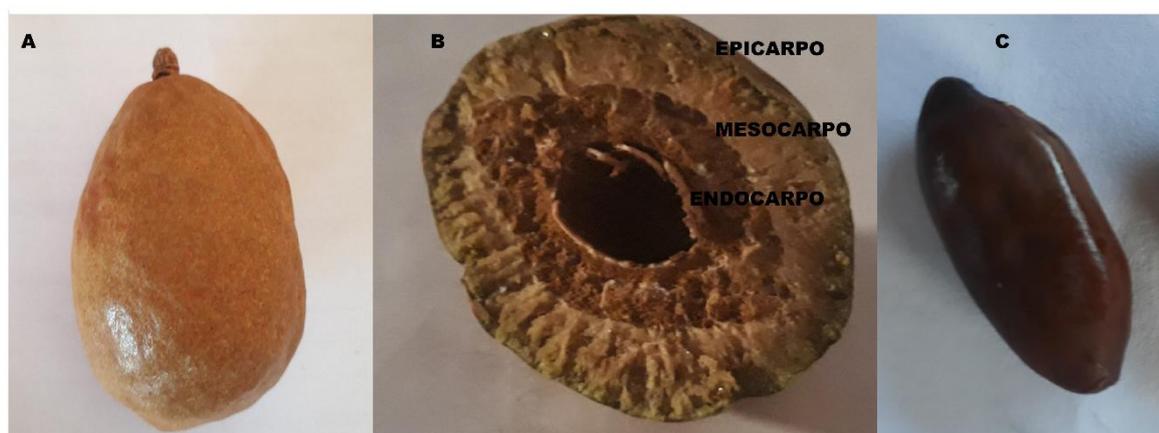


Figura 2. Fruto do Barueiro: (A) Baru inteiro; (B) Estruturas internas do Baru; (C) Amêndoa. Fonte: Arquivo pessoal.

Diante deste contexto, o aproveitamento integral dos frutos do Cerrado em partes consideradas descartes na alimentação tradicional como cascas, talhos, folhas e sementes aspectos qualitativos e quantitativos de nutrientes (SOARES et al., 2007).

De acordo com Freitas e Naves (2010), quanto a composição da amêndoa do Baru verificou-se elevados teores de proteínas (23% a 30%), ácidos graxos insaturados (40%), fibras insolúveis e carboidratos totais (60%). Contudo, a polpa é constituída por fibras, açúcares, vitaminas e sais minerais como, por exemplo, ferro, potássio, cobre, fósforo, cálcio e magnésio (SIQUEIRA et al., 2013).

A amêndoa possui grande versatilidade podendo ser incluída na alimentação humana e principalmente substituir o uso da gordura hidrogenada e o óleo de soja, já que em sua constituição existe grande quantidade de ácido linoleico (VALLILO et al., 1990).

O ácido elágico é o principal polifenol encontrado na amêndoa do baru com capacidade antioxidante. O mecanismo consiste basicamente na transferência de

hidrogênio ou elétrons e através da formação de seus radicais intermediários que impedem a oxidação, principalmente de lipídios (SIQUEIRA et al., 2013).

No estudo desenvolvido por VALILLO (1990), ficou evidenciado que a polpa quando submetida a condições de aquecimento potencializa as quantidades superiores de açúcares e minerais indispensáveis as funções vitais, como ferro, cobre e potássio.

Desta maneira, a polpa do Baru pode ser considerada fonte alternativa para a melhoria dos produtos alimentícios, incrementando os aspectos sensoriais e o fornecimento de nutrientes, além disso, podem substituir alimentos que não possuem propriedades funcionais (RIBEIRO et al., 2011).

1.2. Compostos Funcionais

Os frutos do Cerrado são apreciados sensorialmente pela população, na forma de licores, sorvetes e doces. Estes contribuem para dieta de maior qualidade nutricional, contribuindo para maior qualidade na saúde humana. Contêm elevados teores de açúcares, proteínas e fibras. Desta forma, podem substituir alguns alimentos que não possuem propriedades funcionais (SIQUEIRA et al., 2013).

Através da elucidação do perfil fitoquímico dos frutos do Cerrado além da contribuição para agregação de valores comercial e industrial, o consumo regular destes está intimamente relacionado a prevenção ou minimização de doenças cardiovasculares (ALVES et al., 2017).

Os fitoquímicos são definidos como substâncias orgânicas provenientes do metabolismo secundário de plantas, ou seja, são compostos que não estão envolvidos diretamente no processo de crescimento, reprodução e desenvolvimento. São estimulados como resposta a agentes externos (atividade aleloquímica) e quantidade de nutrientes do solo e fatores ambientais, com efeitos medicinais e terapêuticos (KASHANI et al., 2012).

Dentre eles os antioxidantes são compostos que podem ser definidos em relação a proteção do organismo quanto aos efeitos causados por radicais livres, fornecendo melhorias na qualidade de vida através da prevenção ou adiando o início de várias doenças crônicas e cardiovasculares e neurodegenerativas (ALAM et al., 2013).

Dos diversos compostos com propriedades antioxidantes podem-se destacar os compostos fenólicos com efeito comprovado contra o estresse oxidativo. Entre os

principais grupos, destacam-se os flavonoides, sendo o maior grupo responsável capacidade antioxidante das frutas, pela compactação de sua estrutura química atuando como agente quelante de metais e agente redutores (IGNAT et al.,2011).

Segundo Abrahão et al. (2010) existem evidências que a casca e semente das frutas contêm grande quantidade de nutrientes com compostos antioxidantes. Esses compostos denominados bioativos podem reduzir a incidência de doenças degenerativas não transmissíveis, como alguns tipos de câncer. Essa redução está associada ao sequestro de espécies reativas de oxigênio, resultando em controle e diminuição da formação de radicais livres (ALVES, 2013).

Os flavonoides são as estruturas responsáveis pela capacidade antioxidante das frutas provenientes do metabolismo secundários de plantas, exibem inúmeras propriedades. A estrutura básica deste composto orgânico pode ser visualizada na Figura 1. Os quais estão presentes dentro da classe dos compostos fenólicos (PEÑARRIETA et al., 2014). As classes majoritárias são as antocianinas, flavonas, flavanas, flavonóis e isoflavonoides (RODRIGUES et al., 2015).

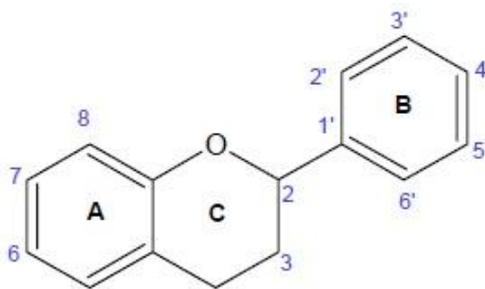


Figura 3 - Estrutura básica dos Flavonoides. Fonte: (RODRIGUES et al., 2015).

Além dos Flavonoides, pode-se citar os Taninos, classificados como fitoquímicos, caracterizados como fenólicos de elevada massa molecular, sendo responsáveis pelo sabor adstringente dos frutos e por favorecem a precipitação de proteínas (SOARES et al., 2007).

Os taninos podem ser divididos de acordo com a sua estrutura química em hidrolisáveis e condensados (Figuras 4 e 5). Os taninos hidrolisáveis são provenientes da rota do ácido chiquímico, sendo constituídos de ésteres de ácido elágicos e ácidos gálicos. Contudo, os Taninos condensados são oriundos do metabolismo da molécula de fenilpropanol e podem ser encontrados em proporção superior aos hidrolisáveis (NUNES et al., 2013).

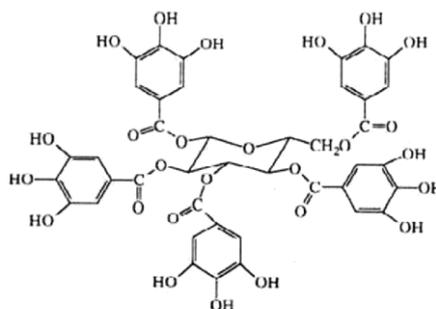


Figura 4 - Estrutura química de tanino hidrolisável

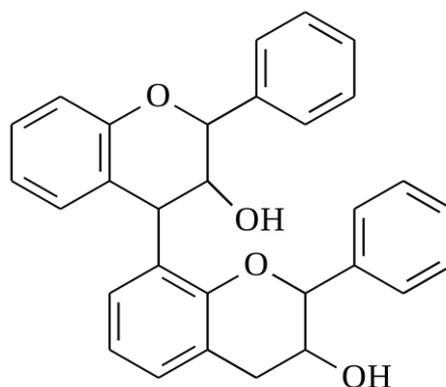


Figura 5 - Estrutura de tanino condensado

1.3. Métodos de extração de óleo fixo e Extração Supercrítica

Óleos e gorduras podem ser considerados fontes secundárias de energia para as funções vitais do organismo e atuam como impulsionadores das vitaminas lipossolúveis. Em sua constituição aparecem longas cadeias carbônicas de ácidos graxos com baixa polaridade (NEVES et al., 2015).

Segundo a resolução da ANVISA RDC 270 a diferença entre óleos e gorduras está na aparência física em temperatura ambiente, gorduras possuem aspecto sólido e óleos exibem no estado líquido (BRASIL, 2005).

O Hexano é um hidrocarboneto derivado de petróleo com elevada aplicabilidade na extração de óleos e gorduras em vegetais e animais, podendo ser justificado em virtude do seu alto poder de solvatação (MEHMOOD e WATSON, 2014).

Durante os processos de separação podem ocorrer alterações na constituição química do material e desta maneira pode se tornar inadequado ao consumo. Além disso, a extração com solvente acarreta em custos superiores, podem promover a perda de compostos voláteis e acúmulo de resíduos considerados tóxicos (ROTTA et al., 2017).

A técnica de extração com fluido supercrítico é considerada uma alternativa de maior eficácia em relação a técnica de extração convencional, isto que as grandezas físicas de pressão e temperaturas podem ser ajustadas em função de maiores capacidades de solvatação (RIBAS et al., 2014).

Qualquer substância que esteja acima da temperatura crítica e pressão crítica é conceituado como fluido supercrítico e apresenta alta capacidade de solvatação e difusão. Acima do ponto crítico não se verifica diferença entre os estados físicos líquido e gasoso. Já o ponto crítico representa o momento em que a substância permanece em equilíbrio entre os estados líquido e gasoso. (TAYLOR,1996).

De acordo com Ribas et al. (2014), o fluido supercrítico mais utilizado na extração supercrítica é o dióxido de carbono (CO₂), em função da baixa temperatura crítica (31°C) e pressão crítica moderada (72,8 atm). Além disso, o CO₂ apresenta baixa toxicidade, baixo custo, não ocasiona problemas ambientais e pela sua estrutura química que lhe confere a geometria linear, é miscível em compostos apolares sendo aplicado na indústria de alimentos.

1.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, S.A.; PEREIRA, R.G.F.A.; DUARTE, S.M.da S.; LIMA, A.R.; ALVARENGA, D.J.; FERREIRA, E.B. Compostos bioativos e atividade antioxidante do café (Coffe arabica L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.414-420, 2010.

ALAM, M. N.; BRISTI, N. J.; RAFIQUZZAMAN, M. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 21, n. 2, p. 143-152, 2013.

ALVES, A.M.; DIAS, T.; HASSIMOTO, N.M.A.; NAVES, M.M.V.; Ascorbic acid and phenolic contents, antioxidant capacity and flavonoids composition of Brazilian Savannah native fruits. **Food Science and Technology**, vol.37, n.4, p.564-569, 2017.

ALVES, A. M; ALVES, M.S.O.; FERNANDES, T.O.; NAVES, R.V.; NAVES, M. M. V. Caracterização física e química, fenólicos totais e atividade antioxidante da polpa e resíduo de gabioba. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 3, p. 837-844, 2013.

BAILÃO, E.; DEVILLA, I.; DA CONCEIÇÃO, E.; BORGES, L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **International Journal of Molecular Sciences**, v.16, n.10, p 231-283, 2015.

BRASIL. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **ANVISA**, 2005.

CARRAZA, L.R.; D'ÁVILA, J.C.C. Manual Tecnológico de Aproveitamento integral do Fruto do Baru (*Dipteryx alata*). **Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN)**. p. 11- 16. Brasília, 2010.

DA CRUZ, K.S.; DA SILVA, M.A.; DE FREITAS, O.; NEVES, V.A. Partial characterization of proteins from baru (*Dipteryx alata* Vog) seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, p. 2006-2012, 2011.

FREITAS, J. B; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 23, n.2, p. 269-279, 2010.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Barking, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

KASHANI, H.H. E.S. HOSENI, H.N.; AARABI, M.H. Pharmacological properties of medicinal herbs by focus on secondary metabolites. **Life Science Journal**, v.9, n.1, p.509– 520, 2012.

MEHMOOD, A.; WATSON, I.A. Comparison of oil extraction methods, energy analysis and biodiesel production from flax seeds. **Energy Research**, v.38, p.614-625, 2014.

NEVES, A.M.; NORONHA, A.S.S.; ALVES, L.A.; BEZERRA, R.de C.de F.; COSTA, S.S.; NOGUEIRA, G.S de L.R.; da SILVA, R.I.G.; de MEDEIROS, A. C. Avaliação da composição química do óleo fixo da amêndoa da castanha do caju (*Anacardium occidentale* L.) – **Informativo Técnico do Semiárido**, v.9, n 2, p54 -57, 2015.

NUNES, C. dos R.; BERNARDES, R. N.; GLORIA, L. de L.; BARBOSA, J. B.; PEREIRA, S. de F. M. ; de OLIVEIRA, B.D. Atividade antioxidante e o teor de taninos e fenóis totais dos frutos de *Annona muricata* L. **VÉRTICES**, v.15, n. 3, p. 93-110, 2013.

PEÑARRIETA, M.J.; TEJEDA, L.; MOLLINEDO, P.; VILA, J.L.; BRAVO, J.A. PHENOLIC COMPOUNDS IN FOOD. **Bolivian Journal of Chemistry**, BOLIVIAN, vol. 31, No.2, pp. 68-81, 2014.

RIBEIRO, A.E.C.; ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v. 2, n. 1, p. 57–72, 2011.

RIBAS, M.C.; MANTOVANI, D.; AWADALLAK, J.A.; CANEVESI, R.L.; TAZINAFO, N.M.; FILHO, L.C.; PALÚ, F.; SILVA, E.A. Study of candeia oil extraction using pressurized fluid and purification by adsorption process. **Journal of Supercritical Fluids**, v. 92, p.177-182, 2014.

RODRIGUES, L da S.; MARTINS, L. do V.; BANTIM, L.F.C.; MEIRELES, de D.; SOCORRO, do M.; FERREIRA, P.M.P.; PERON, A.P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta Toxicologica Argentina**. Argentina, no.23, p. 36-43, 2015.

ROTTA, E.H.; HENDGES, L.T.; WELTER, J.B.; WENZEL, B.M. Avaliação da extração de óleo de soja com etanol. **Revista de estudos ambientais (Online)**, v.19, n. 1, p.27-35, 2017.

SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F.; BRITO, M.A. de. Baru: biologia e uso. Planaltina: **EMBRAPA**, p.52, 2004.

SIQUEIRA, E.M. de A.; ROSA, F.R.; FUSTINONI, A.M.; SANT´ANA, L.P.; ARRUDA, S.F. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **Plos One**, v.8, n.8, p.1-7, 2013.

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

TAYLOR, L.T. Supercritical fluid extraction. **Techques in Analytical Chemistry**. John Wiley&Sons Inc., New York, 1996.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog) caracterização do óleo da semente. **Revista do Instituto Florestal**, v. 2, n. 2, p. 115- 125, 1990.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar e quantificar os teores de compostos com propriedades bioativas os potenciais antioxidantes em extratos hidroetanólicos da casca (epicarpo e mesocarpo) do Baru após a secagem bem como em extratos supercrítico e extratos convencionais da amêndoa.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Promover a secagem do epicarpo e mesocarpo do Baru nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C.
- ✓ Avaliar o efeito da temperatura de secagem nas propriedades físico-químicas da casca do Baru.
- ✓ Avaliar o conteúdo de flavonoides, taninos, compostos fenólicos e atividade antioxidante.
- ✓ Determinar a melhor temperatura que condiciona a maior quantidade de compostos bioativos.
- ✓ Comparar o método de extração supercrítica e convencional para lipídios da amêndoa.
- ✓ Analisar a atividade antioxidante dos diferentes extratos e determinar o método que confere maior concentração de compostos bioativos.

3. CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DO BARU SECA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

RESUMO

As frutas do Cerrado podem ser inseridas na dieta alimentar como fonte de nutrientes que também podem promover benefícios à saúde. O Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel) é uma espécie de frutífera do Cerrado, que produz o baru, uma drupa de coloração marrom, formato ovoide e abriga no seu interior uma única amêndoa. O objetivo deste trabalho foi quantificar os compostos fenólicos totais, flavonoides, taninos, atividade antioxidante da casca do baru e realizar avaliações físico-químicas. Retirou-se a casca do Baru e realizou-se a secagem (50, 60, 70 e 80°C). Após, cada amostra proveniente da secagem foi analisada quanto ao teor sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez total titulável, flavonoides, taninos, compostos fenólicos e atividade antioxidante. A secagem a 70°C permitiu maior potencialização do teor de flavonoides (2,97±1,1). No entanto, a 80°C resultou em valores inferiores de flavonoides (1,59±0,48). O teor de taninos e fenólicos totais não apresentou diferença estatística segundo o teste de Tukey a 5% de significância. A temperatura que promoveu a maior atividade antioxidante ocorreu em 70°C (93,41 ± 2,70), pois os flavonoides também apresentaram maiores resultados nesta faixa de temperatura. Diante do exposto, o aquecimento térmico é uma alternativa para o aproveitamento de resíduos através da melhoria do conteúdo de compostos bioativos.

Palavras-chave: Compostos Bioativos; Secagem; Flavonoides; Taninos; Fenólicos.

ABSTRACT

The Savanna fruits can be inserted into the diet as a source of nutrients that can also promote health benefits. The Barueiro (*Dipteryx alata* vogel) is a fruit of the Cerrado,

that produces baru, which is a brown color drupe, ovoid shape and shelters inside a single almond. The objective of this work was to quantify the total phenolic compounds, flavonoids, tannins, antioxidant activity of Baru bark and to perform physicochemical evaluations. The Baru bark was removed and the drying process (50,60, 70 and 80 °C) was carried out. After that, each sample from drying was analyzed for total soluble solids (°Brix), pH, total titratable acidity, flavonoids, tannins, phenolic compounds and antioxidant activity. Drying at 70°C allowed a higher flavonoid content (2.97 ± 1.1) potentiation. However, at 80°C resulted in lower flavonoids values (1.59 ± 0.48). The total tannin and phenolic content did not present statistical difference according to the Tukey test 5% at the level of significance. The temperature that promoted the highest antioxidant activity occurred at 70°C (93.41 ± 2.70), because the flavonoids also presented higher results in this temperature range. In view of the above, thermal heating is an alternative for the waste use by improving the bioactive compounds content.

Keywords: Bioactive compounds; Drying; Flavonoids; Tannins; Phenolics.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a sociedade tem acompanhado a crescente busca por alimentos fornecedores de energia e nutrientes que, além da qualidade sensorial, também promovam benefícios para a saúde. Dentre esses nutrientes, destacam-se os compostos com atividade antioxidante, presentes em grande quantidade em frutos do Cerrado (ROCHA et al., 2009; ALVES et al., 2017).

A principal via de oxidação nos organismos é pela formação dos radicais livres, ou espécies reativas de oxigênio, que são formados em processos fisiológicos, como por exemplo, o processo de respiração que ocorre nas mitocôndrias, para a produção de energia. Porém, a presença desses radicais está relacionada com a manifestação de diversas doenças. Contudo, os antioxidantes atuam como sequestrantes das espécies reativas de oxigênio, por meio de mecanismos de formação de complexos mais estáveis, impedindo a oxidação nos tecidos humanos (FARIAS et al., 2013), com isso, podem minimizar os efeitos negativos nos organismos, inclusive reduzindo manifestações de determinadas doenças atribuídas a eles (IGNAT et al., 2011).

Dentre as frutíferas nativas do Cerrado brasileiro destaca-se o Baru, fruto do barueiro (*Dipteryx alata* Vog.), com formato ovoide revestido de casca e internamente constituído de uma amêndoa com ampla utilização na fabricação de doces (SIQUEIRA, et al., 2013). Contudo, a parte consumida e valorizada deste fruto é a amêndoa, e dessa forma, grandes quantidades de resíduos são geradas no descarte da casca.

Através do aproveitamento integral do fruto é possível aumentar as possibilidades de ingestão de diversos nutrientes e ainda contribuir com a redução da geração de resíduos (LIMA et al., 2014). A polpa e casca do Baru, que são comumente considerados resíduos, apresentam teores significativos de compostos bioativos, como por exemplo, os fenólicos que possuem potencial antioxidante, fibras, macronutrientes e micronutrientes (MARCELINO et al., 2018).

Em estudo desenvolvido por Santiago et al. (2018), verificou-se que a casca do baru apresentou elevados teores de fenólicos e capacidade antioxidante quando comparados com a amêndoa crua e torrada, além de elevado conteúdo de fibras (24,1g 100g⁻¹).

Alguns desses compostos fenólicos fazem parte dos grupos dos taninos, flavonoides e ácidos fenólicos, que são metabólitos secundários das plantas e influenciam na coloração dos tecidos vegetais, além de estarem associados com a defesa contra agentes patogênicos (ABBAS et al., 2017). Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular encontrados na maioria das frutas e são responsáveis pela adstringência. O Baru imaturo contém elevados teores de Taninos que decrescem de acordo com a maturação do fruto, tornando o sabor mais adocicado (ROCHA et al., 2009).

Os flavonoides são compostos responsáveis por proporcionar a atividade antioxidante, interrompendo as reações dos radicais livres por meio de ligações de hidrogênio ou interações com pares de elétrons livres (SILVA et al., 2016). São encontrados em maiores proporções na casca das frutas e vegetais (SILVA et al., 2014).

Apesar do grande potencial dos frutos do Cerrado em fornecer compostos bioativos, o aproveitamento eficiente dessa biomassa é um desafio, tendo em vista os desperdícios que podem ocorrer desde o momento da colheita até o processamento, refletindo em impactos ambientais, segurança alimentar e aspectos econômicos (CRUZ, 2016). Tais perdas podem ser minimizadas com o desenvolvimento de processos de aproveitamento integral dos produtos, como, secagem e produção de farinhas enriquecidas que podem ser adicionadas em formulações tradicionais aumentando a

disponibilidade de nutrientes e mantendo a qualidade sensorial (MARCELLINO et al., 2018).

Dentre as plantas com ação medicinal estudadas por Ribeiro et al. (2017), verificou-se que a casca do baru quando macerada ou aquecida acarreta em efeitos terapêuticos para dores musculares, osteoporose e reumatismo. Diante desse contexto, a secagem nas temperaturas definidas proporcionou a manutenção de níveis elevados de compostos bioativos na casca do baru, indicando um método eficiente para o processo de aproveitamento integral do produto.

Com base no contexto apresentado, o objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de secagem do Baru e como esta influência no teor os fenólicos totais, flavonoides, taninos e atividade antioxidante, definindo as melhores condições para a manutenção da qualidade físico-química e maiores conteúdos de compostos com propriedades bioativas.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Aquisição dos frutos

Os frutos foram coletados de caída no mês de setembro de 2017, em Barueiros localizados no município de Acreúna-GO, a 17° 23'44''S e 50° 22'37''O e altitude de 542 metros. Após a coleta foram selecionados de acordo com a integridade do pericarpo (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) e encaminhados para o Laboratório de Fitoquímica do IFGoiano – Campus Rio Verde.

3.2.2 Preparação das amostras

Primeiramente as amostras foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 10% (NaClO) e em seguida, a polpa, juntamente com a casca, foi retirada manualmente com facas de aço previamente sanitizadas, acondicionadas em embalagens de polipropileno, fechadas a vácuo e armazenados em freezer convencional sob temperatura aproximada de -18°C até o início dos experimentos.

O teor de água inicial do Baru foi determinado pela perda de massa de amostras frescas da casca e polpa, por aquecimento em estufa com circulação de ar a 105°C até massa constante (AOAC, 1997).

3.2.3 Secagem dos frutos

Para a secagem realizou-se a metodologia proposta por Silva et al. (2018), em que camadas de 5 cm da casca de Baru foram dispostas em bandejas de inox e inseridas em estufa com circulação de ar forçada nas temperaturas de 50, 60, 70 e 80°C até massa constante.

3.2.4 Análises Físico-químicas

As amostras de cada tratamento foram submetidas às análises de pH, através de pHmetro de bancada modelo Luca-210P, sólidos solúveis totais em °Brix em um refratômetro digital de bancada DR301-95, acidez total titulável (%) por titulação com NaOH 0,1 mol L⁻¹ de acordo com as metodologias propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.2.5 Compostos fenólicos totais

A determinação do teor de compostos fenólicos totais nos diferentes tratamentos foi realizada de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965), empregando-se curva padrão de ácido tânico variando de 0 a 500 mg mL⁻¹, e os valores expressos em mg EAT 100g⁻¹.

3.2.6 Taninos totais.

Utilizaram-se aproximadamente 10mg do epicarpo e mesocarpo secos, adicionadas de 100 mL de solução hidroetanólica 50% e submetidas ao banho de ultrassom por duas horas. Em seguida, as suspensões foram filtradas e o volume completado para 100 mL com o mesmo solvente (BARBOSA et al., 2004).

Em tubos de ensaio foram adicionados 8,2 mL de água, 0,3 mL de extrato, 0,5 mL do reagente Folin - Denis e 1 mL de solução aquosa de carbonato de sódio 7,5% (m/v). Após agitação, e subsequente repouso por 30 minutos, foram realizadas leituras de absorvância em espectrofotômetro a 760nm. As concentrações de taninos (mg EAT 100g⁻¹) foram calculadas a partir de uma função gerada pela curva de calibração a 760 nm das absorvâncias versus soluções padrão de ácido tânico de 20 a 100 mg L⁻¹ (MAKKAR, 2000).

3.2.7 Flavonoides totais

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).

3.2.8 Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante total (%) foi determinada de acordo com a metodologia de Mensor et al., (2001), em que se empregaram como soluções extratoras, álcool metílico 50% e acetona 70%.

Preparou-se solução de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) 0,30 mmol L⁻¹ e solução de Trolox (6-Hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico) 100 ppm, como controle positivo. As amostras preparadas a partir de 2,5 mL da solução diluída e 1 mL de solução DPPH. O branco das amostras é 2,5mL da solução diluída e 1 mL da solução extratora. Foram preparados os controles positivos (2,5 mL de trolox e 1mL de etanol), controle negativo (2,5 mL da solução de etanol e 1mL de DPPH). Após, o preparo dos extratos, foram armazenados por 30 minutos em local escuro. Posteriormente, a determinação das absorvâncias foi realizada em espectrofotômetro a 518 nm.

3.2.9 Análise estatística

O delineamento foi inteiramente ao acaso com quatro temperaturas de secagem (50, 60, 70 e 80°C). Os experimentos foram realizados em triplicata, submetidos a análise de variância e as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de significância. O software utilizado para análise dos resultados foi o SISVAR, versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os frutos coletados de caída apresentaram teor de água de $15,2\% \pm 1,5$. Os produtos após tratamentos de secagem a 50, 60, 70 e 80°C apresentaram teores de água próximos a 10%. O valor médio de umidade do produto de caída foi próximo ao calculado por Alves et al. (2010), de 13,76%. Os produtos secos a 50 e 60°C tiveram tempo de secagem 9 h, e a 70 e 80°C, em torno de 7 h. Essa diferença era esperada, já que temperaturas mais altas promovem a retirada de água mais rapidamente.

Na tabela 1 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH da casca do Baru submetidos a secagem em diferentes temperaturas.

Tabela 1- Médias seguidas dos respectivos desvios padrão dos resultados de análises físico-químicas da casca do baru submetidas as diferentes temperaturas de secagem.

Temperaturas de secagem (°C)	SS (° BRIX)	ATT (%)	pH
50	$3,36 \pm 0,42$ a	$0,80 \pm 0,01$ b	$8,2 \pm 0,09$ b
60	$3,23 \pm 0,21$ a	$0,72 \pm 0,05$ b	$8,6 \pm 0,11$ a
70	$3,80 \pm 0,6$ a	$0,92 \pm 0,10$ a	$6,4 \pm 0,10$ c
80	$3,90 \pm 0,82$ a	$0,95 \pm 0,04$ a	$6,2 \pm 0,0$ c
CV (%)	15,62	6,67	1,24

Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey. SS: sólidos solúveis totais; ATT: Acidez total titulável; pH: potencial hidrogeniônico.

Analisando as diferentes temperaturas de secagem, o conteúdo de sólidos solúveis totais não apresentou diferença estatística segundo o Teste de Tukey a 5% de significância. Porém, pode-se observar que houve pequenos acréscimos com aumento de temperatura. Este fato pode ser justificado em função da secagem promover redução na quantidade de água e potencializar a concentração dos componentes sólidos (DUARTE et al., 2017).

Em estudo desenvolvido por Fraguas et al. (2014), o conteúdo de sólidos solúveis em amêndoas de Baru liofilizadas ($3,26$ ° BRIX) apresentou-se maior quando comparado com as amêndoas torradas ($2,47$ ° BRIX), estes valores são inferiores ao do presente estudo, pois a casca contém propriedades diferentes das amêndoas.

Ribeiro et al. (2011) realizou a secagem do mesocarpo do Baru a 40°C, verificou que o aquecimento proporcionou a potencialização do conteúdo de sólidos solúveis e

produziu uma bebida fermentada através da adição do mesocarpo do Baru seco e o teor de sólidos solúveis, após o preparo da bebida correspondeu a 10,7° BRIX. Este valor é superior ao do presente estudo, provavelmente porque foi medido após a fermentação, disponibilizando mais componentes solúveis detectados no refratômetro.

A acidez das amostras aumentou com a temperatura e, conseqüentemente, acarretou em menores valor de pH. O parâmetro de acidez é extremamente importante para a conservação dos alimentos, pois reduz os riscos de contaminação microbiológica (RIGUETO et al., 2018).

O presente trabalho está em concordância com o estudo desenvolvido por Silva et al. (2018), em que os frutos de Baru se tornaram mais ácidos quando aumentou a temperatura de secagem.

De acordo com Costa et al. (2017), o processo de secagem acarreta na eliminação das moléculas de água e desta maneira promove a redução dos valores de pH através do aumento da concentração de ácidos orgânicos nas amostras. Este fato pode ser justificado pela reação de Maillard com açúcares em altas temperaturas (MUZAFFAR e KUMAR, 2015).

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das análises fitoquímicas de flavonoides, taninos, fenólicos totais e atividade antioxidante da casca do Baru. Em amostras secas a 60 e 70°C, os teores de flavonoides e a capacidade antioxidante foram maiores.

Tabela 2- Flavonoides, Taninos, Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante da casca do Baru em diferentes temperaturas de secagem.

Temperaturas (°C)	Flavonoides (mg 100g ⁻¹)	Taninos (mg 100g ⁻¹)	Fenólicos Totais (mg EAT 100g ⁻¹)	Atividade Antioxidante (%)
50	2,81 ± 0,80 a	14,03 ± 0,40 a	42,11 ± 1,20 a	64,03 ± 7,00 b
60	2,53 ± 0,24 a	14,81 ± 0,50a	44,45 ± 1,60 a	91,97 ± 1,00 a
70	2,97 ± 1,1 a	13,90 ± 0,37 ^a	41,70 ± 1,12 a	93,41 ± 2,70 a
80	1,59 ± 0,48 b	14,82 ± 0,82 ^a	44,47 ± 2,50 a	88,13 ± 0,30 a
CV (%)	16,44	3,88	3,88	4,45

Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

As maiores atividades antioxidantes foram verificadas nas amostras secas a 60, 70 e 80°C, com pequena redução em 80°C. Pelo fato dos flavonoides serem um dos grupos responsáveis pela atividade antioxidante, mas serem de fácil degradação, tanto as temperaturas elevadas, quanto maiores tempos de exposição, podem contribuir para a sua redução. Então, nas temperaturas intermediárias é de se esperar que a atividade antioxidante seja maior (AZZEZ et al., 2017).

De acordo com a Tabela 2, foi possível verificar que o aumento de temperatura entre 50 e 70°C ocasionou a elevação do conteúdo de flavonoides. Este resultado está em concordância com o estudo desenvolvido por SOUZA et al. (2015), em análise do teor de flavonoides totais em extratos de *Passiflora alata* e *Bauhinia forficata*.

Em estudo de Fraguas et al. (2014) verificou-se que, quando liofilizadas, as amêndoas apresentaram teores de flavonoides de 9,3 mg 100 g⁻¹, e torradas a 150°C, 1,61 mg 100 g⁻¹. Comparando-se com o presente trabalho, verifica-se que o teor de flavonoides é inferior na casca do que na amêndoa, mas tem tendências parecidas ao serem submetidas aos diferentes métodos de secagem.

Siqueira et al. (2013), avaliou as quantidades de flavonoides presente nas partes comestíveis do Baru, correspondendo a 0,28 ± 0,05 mg 100 g⁻¹, esse valor é inferior ao encontrado neste presente estudo. Pois, a secagem potencializou a quantidade de flavonoides.

Rocha et al. (2013), analisou o conteúdo de fitoquímicos de diversas frutas do cerrado, das diversas frutíferas o cajuzinho do cerrado em extratos hidro alcoólicos proporcionaram teores de flavonoides igual a 3,12 ± 0,7, próximo valor verificado na temperatura de 70°C.

Embora os taninos sejam considerados como antinutricionais, pesquisas têm demonstrado que são boas fontes de compostos antioxidantes. De acordo com Siqueira et al. (2015), os teores de taninos decrescem com a maturação e estão associados a adstringência dos frutos e podem ter suas concentrações reduzidas através dos processos de aquecimento, como por exemplo a secagem, mas no intervalo de temperatura utilizado neste estudo, não houve decréscimo significativo.

As temperaturas de secagem utilizadas também não influenciaram ao nível de 5% nos teores de compostos fenólicos totais presentes na casca do Baru, pois todas as amostras apresentaram valores próximos a 40 mg EAT 100 g⁻¹. Porém, Genena et al. (2016), encontrou valores superiores de fenólicos na polpa do Baru igual a 52,8 mg EAT 100g⁻¹.

A concentração de fenólicos totais presentes em extratos aquosos do Baru determinado por Siqueira et al. (2013), foram iguais a $53 \pm 6 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Esta diferença é pelo fato destes compostos serem voláteis e sensíveis ao aquecimento proporcionado pela secagem.

Santiago et al. (2018), analisaram a influência do tratamento térmico na quantidade de compostos fenólicos e capacidade antioxidante do Baru presentes na casca, polpa, amêndoas cruas e torradas. Os resultados expressaram quantidades superiores de fenólicos e significativa alta antioxidante na amêndoa crua quando comparada com a amêndoa torrada a 140°C . Neste estudo, as temperaturas não atingiram níveis tão elevados, e nas situações avaliadas, as concentrações desses fenólicos não sofreram influência.

CONCLUSÃO

1. As temperaturas de 60 e 70°C promoveram maiores valores de acidez total titulável, que pode favorecer a qualidade microbiológica do produto alimentício.
2. As amostras secas a 60 , 70 e 80°C apresentaram maior atividade antioxidante, no entanto a 80°C o teor de flavonoides teve redução.
3. As temperaturas de secagem de 60 e 70°C foram eficientes para a manutenção de maiores níveis de compostos bioativos e atividade antioxidante da casca de baru.
4. A casca do baru, tratados como resíduos, podem fornecer substâncias com propriedades bioativas sendo consideradas benéficas à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, O.; COMPÈRE, G.; LARONDELLE, Y.; POMPEU, D.; ROGEZ, H.; BAETEN, V. Phenolic compound explorer: a mid-infrared spectroscopy database. **Vibrational Spectroscopy**, V. 92, n.1, p. 111-118, 2017.

ALVES, A. M.; MENDONÇA, A. L. de; CALIARI, M.; CARDOSO-SANTIAGO, R. de A. Avaliação química e física de componentes do Baru (*Dipteryx alata* Vog.) Para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 3, p. 266-273, 2010.

ALVES, A. M.; DIAS, T.; HASSIMOTTO, N. M. A.; NAVES, M. M. V. Ascorbic acid and phenolic contents, antioxidant capacity and flavonoids composition of Brazilian Savannah native fruits. **Food Science and Technology**, vol.37, n.4, pp.564-569, 2017.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of Analysis. 16ed, 3rd rev, 1997.

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.

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.

CRUZ, E. P. **Brasil desperdiça 41 mil toneladas de alimento por ano**. Repórter da Agência do Brasil. São Paulo, 2016. Acesso em 20/12/2018.

COSTA, A. P. F.; PINTO, E.G.; SOARES, D.S.B. Obtaining of the mesocarp meal of pequi. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p. 349-354, 2017.

DUARTE, E.L.; CARLOS, L.de A.; RODRIGUES, C.G.; ANDRADE, R.M.; de OLIVEIRA, K.G. Influência da liofilização sobre os carotenoides de frutos do cerrado e comportamento higroscópico dos produtos liofilizados. **Perspectiva Online: Biologia e Saúde**, v.23, n.7, p.22-33, 2017.

FARIAS, K.S.; SANTOS, T.S.N.; PAIVA, M.R.A.B.; ALMEIDA, S.M.L.; GUEDES, P.T.; VIANNA, A.C.A.; FAVARO, S.P.; BUENO, N.R.; CASTILHO, R.O. Antioxidant properties of species from the Brazilian cerrado by different assays. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, p.520-528, 2013.

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

GENENA, A .K.; ALBUBERQUE, B.R.; CAIRES, O.R.; LENHARD, D.C. Determinação de taninos nos extratos da polpa e do endocarpo lenhoso do baru obtidos por extração assistida por ultrassom com diferentes solventes. Curitiba, 2016.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ-IAL. Método físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: IAL, 1020 p, 2008.

LIMA, B.N.B.; LIMA, F.F.; TAVARES, M.I.B.; COSTA, A.M.M.; PIERUCCI, A.P.T.R. Determination of the centesimal composition and characterization of flours from fruit seeds. **Food Chemistry**, n.1, v. 151, p. 293–299, 2014.

MAKKAR, H. P. S. Quantification of tannins in tree foliage. Viena: FAO; IAEA, 2000.

MARCELINO, G.; COLETA, I.T.; CANDIDO, C. J.; dos SANTOS, E. F.; Caracterização e análise sensorial de cupcakes elaborados com diferentes concentrações de farinha de casca e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Revista Multitemas**, v. 23, n. 54, p. 265-281, 2018.

MENSOR, L.L.; Menezes, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; dos SANTOS T.C.; COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v.15, p.127-130, 2001.

RIBEIRO, A.E.C.; ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R. Aplicação da metodologia de superfície de resposta para a seleção de uma bebida alcoólica fermentada de polpa de baru. **Revista Agrotecnologia**, v. 2, n. 1, p. 57–72, 2011.

RIBEIRO, R.V.; BIESKI, I.G.C.; BALOGUN, S.O.; MARTINS, D.T.de O. Ethnobotanical study of medicinal plants used by Ribeirinhos in the North Araguaia microregion, Mato Grosso, Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.205, p.69-102, 2017.

RIGUETO, C.V.T.; SOARES, C.C.; BRANDÃO, M.V.; ALONSO, I.C.R. Avaliação da Temperatura de Secagem na elaboração de farinha do caroço do abacate (*Persea americana* mil). **Avanços e Desafios da Nutrição**, n. 3, p.93-101, 2019.

ROCHA, L.S.; SANTIAGO, R. de A.C. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipterix Alata* vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.4, p. 820-825, 2009.

ROCHA, M.S.; de FIGUEIREDO, R.W.; ARAÚJO, M.A. da M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S. dos R. Caracterização físico-Química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do Cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.933-941, 2013.

SANTIAGO, G. de L.; de OLIVEIRA, I.G.; HORST, M.A.; NAVES, M.M.V.; SILVA, M.R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx Alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. **Food Science and Technology**, v.38, n.2, p. 244-249, 2018.

SILVA, D. V.; de OLIVEIRA, P. M; de OLIVEIRA, D.E.C.; RESENDE, O. Study of the drying of mesocarpo of Baru (*Dipteryx alata* Vogel) fruits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.12, p. 872-877, 2018.

SILVA, L. M. R., FIGUEIREDO, E. A. T., RICARDO, N. M. P. S., VIEIRA, I. G. P., FIGUEIREDO, R. W., BRASIL, I. M., GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398–404, 2014.

SILVA, J. B.; COSTA, K. M.F.M.; COELHO, W. A.C.; PAIVA, K. A.R.; COSTA, G. A.V.; SALANTINO, A.; FREITAS, C. I.A.; BATISTA, J.S. Quantificação de fenóis, flavonoides totais e atividades farmacológicas de geoprópolis de Plebeia aff. flavocincta do Rio Grande do Norte. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.36, n.9, p.874-880, 2016.

SIQUEIRA, E.M. de A.; ROSA, F.R.; FUSTINONI, A.M.; SANT´ANA, L.P.; ARRUDA, S.F. Brazilian savanna fruits contain higher bioactive compounds content and higher antioxidant activity relative to the conventional red delicious apple. **Plos One**, v.8, n.8, p.1-7, 2013.

SIQUEIRA, A. P. S; PACHECO, M. T. B; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and bioactive compounds of partially defatted baru almond flour. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 127-132, 2015.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, p.144-158, 1965.

SOUZA, C.R.F.; FERNANDES, L.P.; BOTT, R.F.; OLIVEIRA, W.P. Influência do processo de secagem e condição de armazenamento de extratos secos de *Bauhinia*

forficata e Passiflora alata sobre seu perfil de dissolução. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.1, p.67-75, 2015.

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

4. CAPÍTULO II

COMPARAÇÃO DOS TEORES DE COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DO ÓLEO DA AMÊNDOA DO BARU SUBMETIDA A EXTRAÇÃO CONVENCIONAL E SUPERCRÍTICA

RESUMO

O Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel), é uma leguminosa arbórea da família Leguminosae, nativa do Cerrado. O fruto é denominado de Baru. Produz em seu interior única amêndoa que pode ser utilizada para a produção de óleos. O óleo do Baru pode ser incluído na alimentação e substituir o óleo de soja e a gordura animal, pois apresenta compostos com propriedades bioativas. O presente trabalho(estudo) objetivou comparar os métodos de extração de lipídios presentes na amêndoa do Baru através dos utilizando solvente orgânico e a extração supercrítica com CO₂, para a verificação do método mais adequado e que permite a manutenção de compostos fenólicos, atividade antioxidante e o maior rendimento. Inicialmente as amêndoas de Baru foram secas e trituradas. Para a extração de lipídios em Soxhlet foram utilizadas 10g das amêndoas sendo o hexano solvente extrator. No entanto, para a extração supercrítica por CO₂, foram necessários 5 gramas de amêndoas, nas seguintes condições de temperatura (323 K) e pressão (210 bar). O rendimento do extrato supercrítico ($14,67 \pm 1,13\%$), resultando em valores superiores do extrato hexânico ($11,55 \pm 0,66\%$). O mesmo foi verificado com o conteúdo de fenólicos totais na extração supercrítica ($330,80 \pm 12,06 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$) e a capacidade de proteção ($66,2 \pm 7,19\%$). Diante do exposto, pode-se concluir que a extração supercrítica utilizando CO₂ como fluido supercrítico, oferece vantagens na preservação de compostos com propriedades bioativas quando comparado com a extração hexânica. Pois, neste processo é realizado em altas temperaturas, que podem promover a degradação térmica dos componentes.

Palavras-chave: Atividade antioxidante; Fenólicos totais; Rendimento;

ABSTRACT

Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel), is a tree legume of the Leguminosae family, native to the Savanna. The fruit is called Baru. It produces in its interior only one almond that can be used for oil production. Baru oil can be included in the feed and replace soybean oil and animal fat, as it presents compounds with bioactive properties. The objective of this study was to compare the lipid extraction methods present in the baru kernel using

organic solvent and the supercritical extraction with CO₂, to verify the most appropriate method that allows the maintenance of phenolic compounds, antioxidant activity and the highest yield. Initially Baru almonds were dried and crushed. For lipids extraction in Soxhlet, 10 grams of the almonds were used and the extracting solvent was the hexane. However, for supercritical CO₂ extraction, 5 grams of almonds were required under the following temperature conditions (323 K) and pressure (210 bar). The yield of the supercritical extract ($14.67 \pm 1.13\%$), resulting in higher values of the hexane extract ($11.55 \pm 0.66\%$). The total phenol content of supercritical extraction (330.80 ± 12.06 mg EAG 100 g⁻¹) and protection capacity ($66.2 \pm 7.19\%$) was also verified. Considering the above, it can be concluded that the supercritical extraction using CO₂ as supercritical fluid, offers advantages in the bioactive properties compounds preservation when compared with hexane extraction. For, in this process is carried out at high temperatures, which can promote the components thermal degradation.

Keywords: Antioxidant activity; Total phenolic; Yield.

4.1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma da América do Sul com uma área de 2.036.448 km², ocupando cerca de 20% do território nacional e localizado na região central do Brasil. Comumente considerado uma savana de grande biodiversidade em sua fauna e flora. Dentre as riquezas encontradas neste bioma, pode-se destacar a flora com inúmeras espécies de frutíferas que possuem valor nutritivo e sensorial quando comparadas a outras savanas (MENDONÇA et al., 1998).

Segundo Alves et al. (2016), os frutos do cerrado contêm elevados conteúdos de açúcares, macro e micronutrientes, fibras e podem substituir alimentos que não possuam propriedades e efeitos fisiológicos ou funcionais no organismo. Desta maneira, o consumo dessas frutas está intimamente relacionado com a presença de compostos bioativos e com a eficácia antioxidante trazendo benefícios a saúde.

O Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel) é uma leguminosa arbórea da família Leguminosae, nativa do Cerrado, com distribuição natural nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal e Tocantins. O período de floração compreende os meses de novembro a maio e a frutificação entre julho a

outubro (SANO et al., 2004). O fruto do Barueiro é denominado Baru e abriga no seu interior uma única amêndoa comestível com apreciação comercial considerável (BAILÃO et al., 2015).

Segundo Lemos et al. (2012) a amêndoa do Baru apresenta grandes quantidades de lipídios, fibras, minerais e aminoácidos essenciais e quando submetidos ao tratamento térmico apresenta teores significantes de compostos bioativos e valores elevados de compostos fenólicos.

De acordo com Ferrera et al. (2016), os compostos fenólicos podem ser definidos como uma classe de substâncias que podem apresentar estrutura química simples ou complexa, cuja fórmula é resultado de reações derivadas de aminoácidos em que podem possuir um ou vários grupos da radical hidroxila (-OH).

Esta classe de fitoquímicos está majoritariamente associada a sua capacidade de promover a redução dos níveis de radicais livres ou até mesmo atuando como agente quelante de metais, através deste processo promovendo a capacidade antioxidante, consequentemente produzindo benefícios a saúde (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os antioxidantes são substâncias que atuam na proteção do indivíduo através do controle da quantidade de radicais livres que possa existir em um organismo. Os mecanismos consistem basicamente na inibição das reações de oxidação destes níveis ou por meio do retardamento do substrato (SANTOS et al., 2016).

A presença de compostos com capacidade antioxidante é de fundamental importância para a formulação de novos produtos no mercado farmacêutico e alimentício, pois estas substâncias possibilitam a minimização das interações com radicais livres e também podem ser usados na produção de conservantes (PONTES et al., 2019).

O óleo da amêndoa do Baru apresenta inúmeras qualidades e pode ser incrementado na dieta alimentar por meio da substituição do óleo de soja ou gordura animal. Em sua estrutura química apresenta instaurações, grandes percentuais de ácidos graxos, oleico e linoleico, contribuindo para uma dieta que apresente maiores benefícios a saúde. Além disso, pode ser utilizado na indústria farmacêutica por ter suas propriedades consideradas funcionais (SIQUEIRA et al., 2016).

No estudo desenvolvido por Alves et al. (2016), quanto ao perfil dos ácidos graxos encontrados nas amêndoas comestíveis do Cerrado, verificou que amêndoa do Baru possui em sua composição elevado teor de ácidos graxos monoinsaturados. Sendo recomendado o consumo e pode diminuir o risco de doenças cardiovasculares. Além,

disso o consumo diário destas amêndoas reduz significativamente o colesterol sérico, lipoproteínas de baixa e alta densidade (BENTO et al., 2014).

Os métodos de extração lipídica comumente aplicados em produtos de origem alimentícia são o Soxhlet, Bligh Dyer e hidrólise ácida (XIAO et al., 2012). Estes processos convencionais consistem em utilizar solventes orgânicos principalmente o hexano, por apresentar elevada capacidade de extração e boa miscibilidade em óleos (LI et al., 2014).

Contudo, a utilização de solventes orgânicos para a obtenção de lipídios podem promover alterações na composição e características do material em estudo, pois esses solvente apresentam alto grau de toxicidade, são voláteis e promovem prejuízos ambientais, visto que não são renováveis (ROTTA et al., 2017).

Já a técnica de extração supercrítica consiste basicamente na separação de componentes presentes em uma matriz sólida previamente fragmentada para facilitar a extração. Nesta técnica, utiliza-se um fluido que apresenta propriedades intermediárias aos estados gasoso e líquido, em que as grandezas físicas temperatura e pressão se encontram acima do valor supercrítico, proporcionando alta densidade e promovendo maior grau de solvatação das moléculas (BRUNNER, 1994).

Dos diversos fluidos supercríticos utilizados, o CO₂ possui ampla aplicação por suas características de não promover reações secundárias, ser seguro, não tóxico, ter condições críticas razoáveis (T_c 31°C e P_c 72,9 bar), possuir polaridade próxima aos valores encontrados em solventes orgânicos e, além disso, pode ser utilizado em alimentos (HERRERO et al., 2015).

No estudo desenvolvido por Feltzer et al. (2018), demonstrou-se a eficácia da técnica de extração supercrítica em amêndoas de Baru. Contudo, dos vários fluidos utilizados que resultou em maiores rendimentos foi o CO₂, produzindo óleo com elevados índices de compostos que possuem a atividade antioxidante.

Baseada na problemática envolvida sobre os métodos de extração de óleos fixos de amêndoas, o presente trabalho tem como proposta a realização da extração pelo método Soxhlet, com hexano como solvente e extração supercrítica com CO₂. Avaliando o rendimento do óleo, conteúdo de fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método β -Caroteno/Ácido linoleico.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Aquisição dos frutos e preparação das amostras

Os frutos foram coletados de caída no mês de setembro (2017), em Barueiros localizados no município de Acreúna – GO, a 17° 23'44''S e 50° 22'37''O e altitude de 542 metros. Após a coleta, encaminhados para o Laboratório de Fitoquímica do IFGoiano – Campus Rio Verde para a realização das análises.

Depois de sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) a 10%, os frutos foram quebrados com martelo previamente sanitizado para a retirada da amêndoa. As amêndoas foram acondicionadas em embalagens de polipropileno, fechadas a vácuo e armazenadas em freezer convencional sob temperatura aproximada de -18°C.

Posteriormente, as amêndoas foram dispostas em bandeja de inox em uma estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 55°C até massa constante. Ao término, trituradas em triturador e armazenadas refrigeradas até o momento dos experimentos.

4.2.2 Extração convencional

Para extração com solvente orgânico foram utilizados 10g das amostras trituradas, que foram extraídas em um aparelho soxhlet adaptado a um condensador. Em que um balão de fundo chato é acoplado ao extrator a 105°C, o solvente utilizado foi o hexano em quantidade suficiente em extração contínua por meio do aquecimento de chapa térmica por 7 horas.

Ao término, retirou-se o cartucho de soxhlet, evaporou-se o hexano e o balão com o resíduo encaminhado a estufa a 40°C por uma hora. O balão foi resfriado em um dessecador até que atingisse a temperatura ambiente, e realizaram-se as operações de aquecimento na estufa por 30 minutos e resfriamento até peso constante. E o teor de lipídios calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\%Lipídios = \frac{(100 \times N)}{P} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que: N= nº de gramas de lipídios

P: nº de gramas da amostra.

4.2.3 Extração supercrítica

A extração com fluido supercrítico foi realizada no Laboratório de Tecnologia Supercrítica e Equilíbrio de Fases da Universidade Estadual de Maringá. A unidade contém um reservatório de solvente (CO₂, White Martins SA), uma bomba de seringa

(Isco-500D), dois banhos termostáticos (Julabo F25-ME and Quimis Q214M2) e um extrator de aço inoxidável.

Foram adicionados no interior do extrator cerca de 5 g das amostras das amêndoas de Baru previamente trituradas e secas, adicionou-se o CO₂ e ajustou-se a temperatura e pressão por uma hora. Após 30 minutos, foi reajustado o fluxo através da válvula micrométrica na parte inferior do extrator para que o sistema atingisse o equilíbrio.

A vazão de massa de CO₂ permaneceu constante em 3 g/min. Os extratos das amostras foram coletados e pesados a cada 10 minutos pelo período de duas horas. A temperatura de extração (323K) e a pressão (210 bar), foram definidas de acordo com valores encontrados na literatura para compostos que contenham propriedades (PEREIRA et al., 2010).



Figura 6. Extrator supercrítico. Fonte: Arquivo pessoal.

4.2.4 Atividade antioxidante

A metodologia utilizada para a determinação da atividade antioxidante dos extratos convencionais e supercrítico foi a de Rufino et al. (2006), em que se emprega o sistema β -caroteno/ácido linoleico. Primeiramente foram preparadas as soluções de

álcool metílico 50%, acetona 70%, solução de Trolox 200 mg/L e solução de β -caroteno 20mg/L.

Submeteu-se 500 mL de água destilada a borbulhamento com oxigênio, por meio de oxigenador por 30 minutos. O sistema β -caroteno/Ácido Linoleico foi preparado em um erlenmeyer com adição de 40 μ L de ácido linoleico, 530 μ L de Tween 40, 50 μ L da solução β -caroteno e 1 mL de clorofórmio, que após solubilização, foi evaporado com o oxigenador. Nesse sistema, adicionou-se alíquotas de água tratada com oxigênio e realizou-se leituras em UV/vis a 470 nm até absorbância entre 0,6 e 0,7.

Para as extrações foram utilizados cerca de 15 mg dos óleos hexânicos e supercríticos, solubilizados com 40 mL metanol 50% em seguida procedeu-se a centrifugação. Transferiu-se o sobrenadante para um balão de 100 mL e extraiu-se novamente com 40 mL de acetona 70% e depois de nova centrifugação, juntou-se ao balão e completou-se o volume com água destilada.

Em tubos de ensaio de 10 mL adicionou-se 0,4 mL do extrato e 5mL do sistema β -caroteno/ácido linoleico. O controle utilizado compreende a mistura de 0,4mL solução de trolox (200 mg/L) com 5 mL da solução β -caroteno/ácido linoleico, permanecendo em banho-maria a 40°C e realizada a primeira leitura a 470 nm após 2 minutos. Repetiram-se as leituras após 120 minutos para verificar a porcentagem de inibição (Equações 2, 3 e 4).

$$\text{Redução da Absorbância} = AB_{\text{sinicial}} - AB_{\text{final}} \quad (\text{Eq.2})$$

$$\%Oxidação = \frac{(\text{Redabs amostra})}{\text{Redabs sistema}} \cdot 100\% \quad (\text{Eq.3})$$

$$\%Proteção = 100 - (\%Oxidação) \quad (\text{Eq.4})$$

4.2.5 Compostos fenólicos totais

A determinação do teor de compostos fenólicos totais nos extratos foi realizada de acordo com a metodologia de Singleton e Rossi (1965), empregando-se curva padrão de ácido gálico variando de 0 a 500 mg mL⁻¹, e os valores expressos em mg EAG 100g⁻¹.

4.2.6 Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com dois tratamentos (extração convencional e supercrítica). Os experimentos foram realizados em triplicata, submetidos a análise de variância e as médias foram submetidas ao teste de Tukey ao

nível de 5% de significância. Para a análise estatística dos resultados foi utilizado o software SISVAR, versão 5.6.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 3 apresenta os rendimentos, o conteúdo de fenólicos totais e a atividade antioxidante dos óleos da amêndoa do Baru, provenientes da extração supercrítica com CO₂ e convencional utilizando como solvente extrator o hexano.

Tabela 3 – Rendimento de extração (%), fenólicos totais (mg EAG 100 g⁻¹) e atividade antioxidante (% de proteção), dos óleos de amêndoa do Baru, obtidos por extração convencional e supercrítica.

Tratamentos	Rendimento	Fenólicos totais	Proteção
Extrato Hexânico	11,55±0,66 b	266,0±1,27 b	47,45±5,56 b
Extrato Supercrítico	14,67±1,13 a	330,80±12,06 a	66,20±7,19 a
CV (%)	7,09	2,87	11,30

Médias ± DP seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferem entre si ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Os rendimentos dos óleos extraídos com CO₂ supercrítico foram maiores do que os provenientes de extração a quente com hexano. Pois, o uso de temperaturas acima de 80°C podem resultar em perdas de componentes por volatilização (BARROS et al., 2014).

Feltzer et al. (2018), encontrou valor de rendimento do óleo do Baru igual a 15,24 ± 0,01%, através da extração supercrítica utilizando CO₂ como solvente e etanol como cossolvente, este valor é próximo ao encontrado neste estudo. A diferença pode ser justificada pela utilização de um cossolvente e a utilização diferentes condições experimentais de temperatura (353 K) e a pressão (25 MPa).

Segundo Pavilé et al. (2017), quando se reduz a temperatura para 50°C e ajusta a pressão para valores próximos de 300 bar proporciona aumento na densidade do CO₂. Obtendo-se os melhores resultados na extração supercrítica de óleos.

Analisando o conteúdo de fenólicos totais, pode-se verificar que a extração com fluido supercrítico gerou extrato com maior concentração desses compostos (330,80 ±

12,06 mg EAG 100g). Os compostos fenólicos presentes nos extratos vegetais são sensíveis a altas temperaturas, ocasionando na degradação térmica (SILVA et al., 2016).

Dos Santos et al. (2016), verificou que o teor de compostos fenólicos totais presentes no óleo da amêndoa do Baru a partir da extração supercrítica foi igual a $43,4 \pm 0,8$ mg EAG/ 100g. Este valor é inferior ao presente trabalho, devido a utilização de menores condições de pressão e elevadas temperaturas.

O óleo do Baru obtido em extratos supercríticos contém maiores quantidades de fenólicos totais quando comparado com a amêndoa crua ($250,4 \pm 8,7$ mg EAG 100g) (LEMOS et al., 2012). Diante deste contexto, o óleo do Baru pode ser incluído na dieta alimentar promovendo benefícios para a saúde pela presença de compostos com propriedades terapêuticas e essenciais (MARQUES et al., 2015; TAKEMOTO et al., 2001).

Os fluídos supercríticos produziram extratos com maior eficácia, pois pequenas porcentagens ou sem a presença de solventes e minimiza a degradação dos componentes. Desta maneira, contribui significativamente para a eficácia da extração de compostos bioativos, por exemplo, os compostos fenólicos (KHAW et al., 2017).

A atividade antioxidante, que foi medida através da porcentagem de proteção contra oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico, apresentou maiores valores nos extratos supercríticos. Estes resultados estão em concordância com o estudo realizado por Feltzer et al. (2018), em que os melhores resultados da atividade antioxidante ($71,04 \pm 0,45\%$), foram provenientes do óleo da amêndoa do Baru extraído com fluído supercrítico.

Além do fator temperatura de extração, a solubilidade é outro parâmetro que influenciou. Pois, os compostos fenólicos, responsáveis por promover a atividade antioxidante foram facilmente removidos por meio da extração supercrítica, já que a eficácia da extração é otimizada modificando os valores de temperatura e pressão do CO_2 contribuindo para altos valores da capacidade antioxidante (KOUBAA et al., 2018).

Segundo Baldino et al. (2017), comparando os métodos de extração empregados pode-se inferir que a extração supercrítica utilizando o CO_2 oferece vantagens quando comparado ao método convencional em que se emprega solventes orgânicos, pois o solvente utilizado possui baixa seletividade proporcionando quantidades inferiores de compostos bioativos e proporciona a poluição ambiental.

4.3 CONCLUSÃO

1. A amêndoa do Baru é fonte de compostos fenólicos que podem atuar como antioxidantes naturais.

2. Entre as diferentes extrações, a extração supercrítica, utilizando dióxido de carbono como fluido supercrítico, oferece vantagens, pela capacidade de solvatação, uso de baixas temperaturas e ajustes de pressão.

3. Os melhores resultados físico-químicos foram encontrados quando se empregou a extração supercrítica, pois, a extração hexânica utiliza temperaturas superiores a 80°C, ocasionando a degradação térmica dos componentes.

Diante deste contexto, o consumidor se torna cada vez mais exigente ao apelo por alimentos que contenha propriedades funcionais e com menor incidência de riscos à saúde.

4.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. M. FERNANDES, D.C.; BORGES, J.F.; SOUSA, A.G.de O; NAVES, M.M.V. Oleaginosas nativas do Cerrado apresentam perfis de ácidos graxos favoráveis à saúde cardiovascular. **Revista Nutrição**, v. 29, n.6, p.859-866, 2016.

BAILÃO, E.; DEVILLA, I.; DA CONCEIÇÃO, E.; BORGES, L. Bioactive Compounds Found in Brazilian Cerrado Fruits. **Intertional Journal of Molecular Science**, v.16, n.10, p 231-283, 2015.

BALDINO, L.; PORTLA, G.D.; OSSEOA, L.S; REVERCHONA, E.; ADAMI, R. Concentrated oleuropein powder from olive leaves using alcoholic extraction and supercritical CO₂ assisted extraction. **The Journal of Supercritical Fluids**, v.133, p. 65–69, 2018.

BARROS, N. A. de; ASSIS, A. V. R.; MENDES, M. F. Extração do óleo de manjeriço usando fluido supercrítico: análise experimental e matemática. **Ciência Rural**, v.44, n.8, pp.1499-1505, 2014.

BENTO, A. P. N.; COMINETTI, C.; FILHO, A. S.; NAVES, M. M. V. Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: a randomized, controlled, crossover study. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v.24, n. 12, p1330–1336, 2014.

BRUNNER, G. Gas extraction: An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes. 1 st. Ed. Darmstadt, Alemanha: Steinkopff, 387p. 1994.

FELZER, D.L.; CRUZ, D.P.; HAMERSKI, M.; 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.

FERRERA, T.S.; HELDWEIN, A.B.; DOS SANTOS, C.O.; SOMAVILLA, J.C.; SAUTTER, C.K. Substâncias fenólicas, flavonoides e capacidade antioxidante em ervaíras sob diferentes coberturas do solo e sombreamentos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.18, n.2, p.588-596, 2016.

HERRERO, M.; IBANEZ, E. Green processes and sustainability: An overview on the extraction of high added-value products from seaweeds and microalgae. **The Journal of Supercritical Fluids**, v.96, p.211-216, 2015.

KHAW, K.Y.; PARAT, M.O.; SHAW, P.N.; FALCONER, J.R Solvent Supercritical Fluid Technologies to Extract Bioactive Compounds from Natural Sources: A Review. **Molecules**, n. 22, n.7, p.1186, 2017.

KOUBAA, M.; MHEMDI, H.; FAGES, J. Recovery of valuable components and inactivating microorganisms in the Agrico-food industry with ultrasound-assisted supercritical fluids technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 134, p.71–79, 2018.

LEMOS, M.R.B.; SIQUEIRA, E.M.A.; ARRUDA, S.F.; ZAMBIAZI, R.C. The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [*Dipteryx alata* Vog.]. **Food Research International**, Barking, v.48, n.2, p.592-597, 2012.

LI, Y.; FABIANO-TIXIER, A. S. GINIES, C. e CHEMAT, F. Direct extraction of volatile aroma compounds with vegetable oils as solvents: Theoretical and experimental solubility study. **LWT-Food Science and Technology**, v.59, p.724-731, 2014.

MARQUES, F.G.; NETO, NETO, J. R. O.; da CUNHA, L. C.; de PAULA, J. R.; BARA, M.T.F. Identification of terpenes and phytosterols in *Dipteryx alata* (baru) oil seeds obtained through pressing. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.25, n.5, p. 522–525, 2015.

MENDONÇA, R. et al. Flora vascular do Cerrado. In: SANO, S.; ALMEIDA, S. (Ed.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: **EMBRAPA Cerrados**, p. 288-556, 1998.

PAVILÉ, B.; BERA, O.; VIDOVIÉ, S.; ILIÉ, L.; ZEKOVIÉ, Z. Extraction kinetics and ANN simulation of supercritical fluid extraction of sage herbal dust. **The Journal of Supercritical Fluids**, v.130, p.327-336, 2017.

PEREIRA, C.G.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: Fundamentals, Applications and Economic Perspectives, **Food Bioprocess Technology**, v.3, p. 340–372, 2010.

PONTES, F. C.; ABDALLAA, V. C. P.; IMATOMIA, M. L. F. G. FUENTES, L.F.G.; GUALTIERIA, S. C. J. Antifungal and antioxidant activities of mature leaves of *Myrcia splendens* (Sw.) DC. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 1, p.127-132, 2019.

ROTTA, E.H.; HENDGES, L.T.; WELTER, J.B.; WENZEL, B.M. Avaliação da extração de óleo de soja com etanol. **Revista de estudos ambientais (Online)**, v.19, n. 1, p.27-35, 2017.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MANCINI FILHO, J.; MOREIRA, A. V. B. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas no sistema b-caroteno/ ácido linoleico. Fortaleza: Embrapa, 2006.

SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F.; BRITO, M.A. de. **Baru: biologia e uso**. Planaltina: EMBRAPA, p.52, 2004.

SANTOS, L. de O.; REIS, M. R.; OGAVA, L. E. LEÃO, K. V.; MACHADO, L. L.; de LIRA, S. P. Avaliação da Atividade Antioxidante dos Compostos Fenólicos Presentes na Amburana cearenses. **Orbital: The Electronic Journal Chemistry**, v.8, n.1, p.44-49, 2016.

SILVA, R. P.F.F.; SANTOS, T. A .P. R.; DUARTE, A. C. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. **Elsevier**. Trends in Analytical Chemistry, v.76, p.40-51, 2016.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagent. American Journal of Enology and Viticulture, v.16, p.144-158, 1965.

SIQUEIRA, A.P.S.; de SOUZA, C.F. C.; SILVEIRA, E.V.; LOURENÇO, F.de C. Chemical quality of Baru almond (*Dipteryx alata* oil). **Ciência Rural**, v.46, n.10, p.1865-1867, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2013. 820p.

TAKEMOTO, E. et al. Chemical composition of seed and baru oil (*Dipteryx alata* Vog.) native of the City of Pirenópolis, State of Goiás . **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 60, n.2, p.113-117, 2001.

XIAO, L.; MJOS, S. A.; HAUGSGJERD, B. O. Efficiencies of three common lipid extraction methods evaluated by calculating mass balances of the fatty acids. **Journal of Food Composition and Analysis**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 198-207, 2012.

5. CONCLUSÃO GERAL

A casca do Baru é comumente descartada por ser considerada resíduo. Diante deste contexto, pode ser aproveitada por meio do tratamento térmico. Através da secagem do epicarpo e o mesocarpo do Baru em quatro diferentes temperaturas, ficou evidente que o aquecimento proporcionou as maiores concentrações de sólidos solúveis e aumento da acidez, consequentemente reduzindo os riscos de contaminação biológica.

A quantidade de flavonoides e a atividade antioxidante foram mais expressivas entre 60° e 70°C, pois são temperaturas intermediárias e não acarretou a degradação térmica dos componentes. Porém, a concentração dos compostos fenólicos não sofreu influência nas diferentes temperaturas, ao nível de 5% de significância. As concentrações de taninos não sofreram interferência das temperaturas avaliadas.

O óleo da amêndoa do Baru foi extraído por extração convencional utilizando solvente orgânico (hexano) e extração supercrítica com CO₂. Diante dos resultados, ficou evidente que a extração com fluido supercrítico condicionou os melhores valores de rendimento, compostos fenólicos e consequente atividade antioxidante. Estes parâmetros podem ser justificados em função da extração convencional ser processada em altas temperaturas ocasionando alterações químicas das substâncias. Sendo assim, a extração supercrítica fornece maiores concentrações de compostos com propriedades bioativas por utilizar fluido com maior seletividade e baixas temperaturas de operação.