

Teor de Óleo Essencial da Amêndoa de Baru (*Dipteryx Alata Vogel*) e Determinação de Sua Capacidade Antioxidante

Baru Almond (Dipteryx Alata Vogel) Essential Oil Content and Determination of Its Antioxidant Capacity

Kássia Héllen Vieira¹, Alaíde Lucivânia Antunes², Júlia Ferreira Souza Ramos³, Dinézia Simões Ferreira⁴, Gabriela Fontes Alvarenga⁵, Paula Villela Dessimoni Spencer⁶, Nísia Andrade Villela Dessimoni Pinto⁷, Guilherme Araújo Lacerda⁸

RESUMO

A castanha de baru, uma oleaginosa, nativa do cerrado, possui alto teor lipídico e constituintes com ação antioxidante como os tocoferóis. O óleo essencial da amêndoa de baru (*Dipteryx alata Vogel*) foi extraído da castanha seca e torrada, para determinar a capacidade antioxidante. As sementes secas e torradas foram coletadas na zona rural de uma cidade do norte de Minas Gerais. Foram trituradas para obtenção do pó e peneirado para determinação da granulometria. Determinou-se o percentual de umidade das sementes e extraiu-se o óleo vegetal em extrator Soxhlet, utilizando como solvente o Hexano PA. A capacidade antioxidante dos óleos extraídos das amêndoas secas e torradas foi determinada pela atividade DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil). As amêndoas torradas e secas apresentaram teor de umidade de 1,1% e 1,8%, respectivamente. Quanto ao teor de óleo, o rendimento médio foi 52,93% para aquele extraído da amêndoa seca e 32,8%, da torrada. O óleo essencial de semente seca apresentou menor absorvância, maior consumo de DPPH, menor IC50 e índice de atividade antioxidante muito forte, corroborando para uma maior capacidade antioxidante. Esse óleo essencial possui grande potencial para ser explorado na indústria alimentícia.

Palavras-chave: Alimentos. Antioxidantes. Cerrado. *Dipteryx*. Óleos.

ABSTRACT

Baru nuts, an oilseed native to the cerrado, have a high lipid content and constituents with antioxidant action such as tocopherols. Baru almond (*Dipteryx alata Vogel*) essential oil was extracted, dried and roasted to determine antioxidant capacity. The dried and roasted seeds were collected in the rural area of a city in the north of Minas Gerais. They were crushed to obtain powder and sieved to determine particle size. The percentage of moisture in the seeds was determined and the vegetable oil was extracted in a Soxhlet extractor, using Hexane PA as a solvent. The antioxidant capacity of oils extracted from dried and roasted almonds was determined by DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) activity. Roasted and dried almonds had a moisture content of 1.1% and 1.8%, respectively. As for the oil content, the average yield was 52.93% for that extracted from dry almonds and 32.8% from toasted almonds. Dry seed essential oil showed lower absorbance, higher DPPH consumption, lower IC50 and very strong antioxidant activity index, corroborating a greater antioxidant capacity. This essential oil has great potential to be explored in the food industry.

Keywords: Food. Antioxidants. Grassland. *Dipteryx*. Oils.

¹ Nutricionista pelo Instituto de Ciências da Saúde, Montes Claros, MG e Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG.
ORCID: 0000-0002-9272-4131

E-mail:
nutrikassiahellen@gmail.com

² Farmacêutica pela Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna, Montes Claros, MG.
ORCID: 0009-0009-2937-6902

³ Farmacêutica pela Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna, Montes Claros, MG.
ORCID: 0009-0001-7819-0647

⁴ Nutricionista pela Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna, Montes Claros, MG.
ORCID: 0009-0008-7039-0450

⁵ Engenheira de Alimentos pelo Universidade Federal de São João del-Rei, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG e Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.
ORCID: 0000-0002-2064-858X

⁶ Química, Mestre em Química e Doutora em Biocombustíveis /Biotecnologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG
ORCID: 0000-0001-8111-172X

ORCID: 0000-0001-8111-172X

⁷ Bióloga pela Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Mestre e Doutora em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG
ORCID: 0000-0002-7485-3757

⁸ Biólogo, Mestre em Biotecnologia pela Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações e Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras. Docente da Universidade Estadual de Montes Claros.
ORCID: 0000-0003-0878-6557

1. INTRODUÇÃO

O bioma Cerrado é reconhecido mundialmente por sua rica biodiversidade, por sua variedade de espécies animais e vegetais (MAMEDE; PASA, 2019). Neste bioma, existem inúmeras espécies frutíferas que sobressaem pelo seu alto potencial nutricional, além do econômico e tecnológico, constituindo matéria prima para a formulação de novos produtos alimentícios (REIS; SCHIMIELE *et al.*, 2019).

Estudos demonstram que diversas sementes, castanhas e amêndoas derivadas de frutos do cerrado contém alto teor de lipídios, todavia, são requeridas maiores investigações sobre as composições químicas e de outras propriedades dos óleos provindos destes alimentos para analisar o seu potencial como fontes de substrato de boa qualidade para o consumo (LUZIA, 2012; ALVES *et al.*, 2016).

Conhecidos como óleos voláteis ou etéreos, os óleos essenciais são oriundos do metabolismo secundário de plantas aromáticas e são misturas complexas de compostos voláteis, lipofílicas, geralmente com aroma e líquidas (FALLEH *et al.*, 2020). São importantes fontes de matérias primas para indústrias, principalmente nos ramos cosmético, alimentício e farmacêutico (ROCHA; FERREIRA; GONÇALVES, 2022).

Os óleos essenciais e seus constituintes têm se tornado foco de diversas pesquisas devido à sua posição como produto natural, grande aceitação pelos consumidores, formas de utilização multifuncionais e uma possibilidade viável em substituição aos aditivos sintéticos, pois evidências apontam que compostos antioxidantes sintéticos empregados na indústria alimentícia podem desencadear o desenvolvimento de tumores (SOUZA *et al.*, 2019; FALLEH *et al.*, 2020). Há uma série de estudos que têm relatado propriedades antioxidantes de óleos essenciais mencionando-os como potenciais substitutos aos antioxidantes sintéticos e indicando-os, em alguns casos, para emprego direto em alimentos, plantações, produtos destinados à indústria estética e farmacêutica (ANDRADE *et al.*, 2012; FALLEH *et al.*, 2020).

Dentre as plantas frutíferas, com origem no Cerrado brasileiro, encontra-se o baru (*Dypteryx alata* Vog.), da família das leguminosas, pertencente à subfamília Papilionoidea. O fruto do baruzeiro possui várias denominações de acordo com a região, sendo conhecido por diversas denominações populares como: barujo, bugueiro, cambaru, castanha-de-bugre, castanha de burro, coco-barata, coco-feijão, cumari, cumaru, cumarurana, cumbaru, feijão-baru, feijão-coco, imburana-brava, viagra do cerrado e pau-cumaru (LOUREDO *et al.*, 2014; SANTIAGO *et al.*, 2018).

Em sua composição, a amêndoa do baru apresenta altos níveis de lipídeos e proteínas, aproximadamente 40% e 25%, respectivamente (SANTIAGO *et al.*, 2018; SOUSA; MIRANDA; SOUSA, 2019). Em seu óleo, há grandes quantidades de ácidos graxos insaturados considerados benéficos ao ser humano como ômega 6 (ácido linoleico) e 9 (ácido oleico) (FETZER *et al.*, 2018). Além disso, a amêndoa ainda apresenta tocoferóis, agentes antioxidantes (SANTIAGO *et al.*, 2018).

O tocoferol é considerado um dos principais antioxidantes naturais, e a legislação brasileira permite que o tocoferol seja adicionado em óleos e gorduras como aditivo intencional com função antioxidante (SILVA *et al.*, 2019).

A amêndoa de baru possui um sabor semelhante ao do amendoim, porém não recomenda-se o consumo *in natura*, devido a presença de fatores antinutricionais, como taninos, fitatos e inibidor de tripsina (BORGES, 2013), e estes podem ser inativados e/ou reduzidos pelo processo de torragem (HIGASHIJIMA *et al.*, 2020).

Estudos têm demonstrado que as amêndoas de baru apresentam um alto teor de compostos fenólicos (principais componentes com ação contra a oxidação) e elevado efeito antioxidante (SILVA *et al.*, 2020; TAKEUCHI *et al.*, 2021).

Dado que o uso considerado seguro de antioxidantes sintéticos tem sido constantemente questionado devido algumas características como problemas de solubilidade, o surgimento de sabores esquisitos e potencial toxicológico (SILVA *et al.*, 2019), a investigação da presença de compostos com capacidade antioxidante em alimentos como no óleo essencial de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vogel) surge como uma alternativa natural contra a ação oxidativa de radicais livres sobre os alimentos.

Neste contexto, sabendo-se que essa castanha do cerrado possui compostos antioxidantes, como os tocoferóis, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o teor do óleo essencial extraído das sementes de baru (*Dipteryx alata* Vogel) torradas e secas e a possível capacidade antioxidante, devido aos seus componentes que apresentam tal efeito na alimentação, visando verificar o potencial do óleo essencial de *Dipteryx alata* Vogel como uma alternativa aos antioxidantes sintéticos para aplicação na indústria alimentícia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Aquisição do material botânico

O material botânico (sementes, folha, caule e flores, se presente) foi adquirido de produtores rurais na região de Riacho do Município de São Romão, no norte de Minas

Gerais, sendo suas coordenadas geográficas registradas. As exsicatas foram herborizadas e depositadas no herbário do Núcleo de Estudos em Plantas Medicinais (NEPM) com respectivos números dos *vouchers* (tombo) 1384, 1385 e 1386.

Determinação do teor de umidade

As castanhas de baru (*Dipteryx alata Vogel*) adquiridas e transportadas para o herbário NEPM foram pesadas e levadas a estufa a 105° (IAL, 2008) até que atingissem o peso seco. Para isso, foram realizadas algumas etapas que estão descritas abaixo.

Antes do início do procedimento, foi tomado o cuidado de desligar o equipamento de ar condicionado do laboratório para evitar que ocorressem oscilações no peso da amostra. Logo após, foi identificado o tipo de semente que estava sendo avaliado (ex.: cereal, oleaginosa, tegumento duro, etc.) para o preparo da amostra de trabalho. Além disso, foi selecionado o tamanho do utensílio de alumínio que foi utilizado para determinar a quantidade da amostra de trabalho (recipiente entre 5-8cm de diâmetro utilizou-se $4,5 \pm 0,5g$ e recipiente $\geq 8cm$ de diâmetro utilizou-se $10,0 \pm 1,0g$). Para este teste foram realizadas três repetições.

Para este teste, os recipientes e suas respectivas tampadas foram numerados e por conseguinte levados à a $105 \pm 3^\circ C$ (previamente estabilizada) por 30 minutos. Finalizado este tempo, os mesmos foram removidos da estufa e colocados no dessecador por 30 minutos para resfriamento e, após, foram pesados (peso da tara) - utilizou-se quatro casas decimais – e, imediatamente após a pesagem, os recipientes retornaram ao dessecador. A tara da balança foi feita novamente, pesando o recipiente com as sementes úmidas (com quatro casas decimais). Em seguida, as amostras foram levadas para a estufa ajustada a $105 \pm 3^\circ C$ por 24 horas, tomando-se o cuidado de deixar os recipientes com as tampas abertas. Após, os recipientes foram retirados da estufa, fechados com a tampa e colocados em dessecador por 30 minutos, para resfriamento evitando-se assim que as sementes absorvessem a umidade do ambiente. Ao final deste período, pesou-se novamente o recipiente com as sementes secas. E estas foram descartadas (BRASIL, 2009).

Em suma, após o teste supracitado, para avaliar o teor de umidade as sementes foram pesadas e levadas a estufa a 105° durante um período de sete dias, sendo que a cada 24 horas, elas eram retiradas da estufa e resfriadas em dessecador por 30 minutos e pesadas. O cálculo do teor de umidade foi realizado de acordo com a equação 1:

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{100 (P-p)}{P-t} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Granulometria

As castanhas de baru foram pesadas no momento da coleta (peso fresco) e levadas para a estufa a 40°C e umidade a 35% durante 15 dias até que estas atingissem um peso constante (peso seco). Terminado o processo de secagem, as amêndoas desidratadas foram trituradas (separadamente de acordo com a forma que foi adquirida – seca ou torrada) em liquidificador 600 w até a obtenção de um pó fino. Posteriormente, a granulometria deste pó foi padronizada através de tamises (ABNT Mesh 20, abertura em 0,85 mm Tyler 20 e ABNT Mesh 40, abertura em 0,42 mm Tyler 35) (BRANDÃO, 2007) e submetido ao processo de extração do óleo essencial.

Extração do óleo essencial

O conteúdo de óleo presente no pó das amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) foi extraído por meio de extrator de Soxhlet, utilizando o hexano como solvente seguindo metodologia adaptada com base em estudos feitos por Pinho *et al.* (2009).

O ensaio foi realizado em triplicata, no qual, colocou-se 5 g de amostra do pó em cartuchos de celulose, previamente secos e pesados. Em seguida, os cartuchos contendo as amostras, foram colocados no interior do extrator Soxhlet, adicionou-se 150 mL de Hexano P.A. no balão de fundo chato, no extrator e condensador. O conjunto de extração foi aquecido até a temperatura de ebulição do solvente (aproximadamente 70°), monitorando-se o refluxo em cerca de 6 a 8 ciclos por hora. A extração foi mantida por um período de 8 horas; findado este tempo, o aquecimento foi cessado, o sistema resfriado e o cartucho retirado do extrator e disposto em Béquer por alguns minutos na capela de exaustão para que o excesso de solvente se volatilizasse. Então, os cartuchos foram colocados em estufa a 103 ± 2 °C por 1 hora para secagem, resfriados em dessecador por 1 hora e pesados.

O teor de óleo obtido foi calculado através da equação 2:

$$\text{Teor de óleo (\%)} = \left\{ \frac{m_{ae} - m_{pe}}{m_{ae}} \right\} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Onde,

m_{ae} = Massa de amostra seca antes da extração com solvente (g)

m_{pe} = Massa de amostra seca após extração com solvente (g)

m_{cpe} = Massa do cartucho de celulose com amostra seca após a extração (g)

m_{cv} = Massa do cartucho vazio (g) com algodão

$m_{pe} = m_{cpe} - m_{cv}$

Fracionou-se a solução obtida no balão em rotaevaporador em um outro sistema de destilação recuperação do solvente (Hexano) e obtenção do óleo bruto. Foram realizados ensaios químicos no óleo bruto obtido, o qual foi armazenado em frascos de vidro âmbar, em temperatura aproximada de 4 °C (AOCS, 2002; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985; MORETTO; FETT, 1998).

Determinação da capacidade antioxidante pelo método do radical livre DPPH

A avaliação da capacidade antioxidante foi mediante o método que consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical livre DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazil), seguindo metodologia descrita por Xu *et al.* (2005), com adaptações. 0,5 ml dos óleos extraídos foram diluídos em metanol nas seguintes concentrações: 0,0; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 mL. Alíquotas de 0,1mL dos óleos diluídos foram colocados em tubos de ensaio com 3,9 mL da solução de DPPH (0,1 mM). Foi utilizado ácido gálico diluído em metanol para realizar a curva padrão de calibração para calcular a capacidade antioxidante. Para definir as concentrações da curva de ácido gálico foi obtida uma solução de 0,1mg/ mL de ácido gálico diluído em metanol, sendo realizada sucessivas diluições, em balão volumétrico de 10 mL, nas seguintes concentrações de ácido gálico: 0,077; 0,066; 0,055; 0,044; 0,033; 0,022 e 0,011mg/mL e completando com metanol até alcançar o volume total do balão volumétrico (10 mL). As diluições foram efetivadas utilizando a equação 3:

$$(C_1 \cdot V_1) = (C_2 \cdot V_2) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

C_1 = Concentração 1

V_1 = Volume 1

C_2 = Concentração 2

$V_2 =$ Volume 2

No branco, foram utilizados 3,9 mL de DPPH (0,1 mM) em 0,1 mL de metanol. Após todas as adições dos componentes as soluções foram levadas ao vortex (Biomixer-Lupetec, SP, Brasil) por 5 segundos e posteriormente deixadas no escuro por 90 minutos. A absorbância foi monitorada a 517 nanômetros (nm) em espectrofotômetro UV MINI 1240 (Shimadzu, Kyoto, Japão). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

O índice de DPPH foi calculado através da equação 4:

$$DPPH\% = \left[\frac{(Abs_0 - Abs_1)}{Abs_0} \right] \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde,

Abs_0 = Absorbância do branco

Abs_1 = Absorbância da amostra

A quantidade suficiente para 50% de inibição do radical livre (IC_{50}) foi calculada usando uma curva de calibração linear, representando a concentração do óleo em $\mu\text{g/mL}$ versus o índice de DPPH correspondente ($R^2 =$ próximo de 1). Os resultados de DPPH também foram expressos em termos de índice de atividade antioxidante (IAA) proposto por Scherer e Godoy (2009), calculado pela equação 5:

$$IAA = \frac{\text{concentração final de DPPH } (\mu\text{g/mL})}{IC_{50}(\mu\text{g/mL})} \quad (\text{Equação 5})$$

Assim, calculou-se o IAA considerando a massa de DPPH e o IC_{50} , resultando em um número adimensional. Scherer e Godoy (2009) propõem para extratos vegetais que valores de IAA $< 0,5$, a capacidade antioxidante é pobre, IAA entre 0,5 e 1,0 considera-se moderada, IAA entre 1,0 e 2,0 é considerada forte e valores acima de 2,0, a capacidade antioxidante é muito forte.

Análise estatística

Para a extração do óleo essencial foi realizado delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) com 3 repetições x 2 tratamentos.

Os dados de umidade, granulometria e teor do óleo essencial foram submetidos à análise de variância com o auxílio do SISVAR (FERREIRA, 2011), versão 5.6, sendo que

os resultados obtidos foram comparados pelo teste Scott-Knott com nível de significância de 1 ou 5%. O restante dos dados foi analisado estatisticamente com o auxílio do teste t de Student, a nível de 5% de significância ($p < 0,05$) utilizando o software Microsoft Excel (2010), a fim de comparar a diferença estatística entre médias das amostras de óleo essencial extraídas a partir da semente de baru (*Dipteryx alata Vogel*) seca e torrada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor médio de umidade das amêndoas de Baru (*Dipteryx alata Vogel*), foram para as secas 1,8% e as torradas, 1,1%. Conforme o esperado, as sementes analisadas apresentaram baixos valores de umidade, de acordo com o que está documentado na literatura (REIS *et al.*, 2019).

As sementes torradas apresentaram menor teor de umidade devido ao tratamento térmico que permite a evaporação da água (BARROS, 2020). O teor de umidade das sementes secas de baru do presente trabalho foi menor do que o relatado por Souza, Miranda e Sousa (2019), ao analisar amêndoas de Baru na região de Viçosa (MG), sendo que estas apresentaram um valor de 5,68%. Também foi menor do que o encontrado por Brito e Benedetti (2019) ao analisarem a composição centesimal de amêndoas de baru obtidas em uma empresa do Estado de Goiás ($7,59\% \pm 0,25$). Além disso, o percentual de umidade das amêndoas torradas foi menor do que o encontrado por Rocha (2016) em sementes torradas na cidade de Uberlândia (MG), sendo que o teor de umidade foi de 2,83%.

Em relação à granulometria não foi encontrada diferença estatística nos tratamentos seca ou torrada em nenhuma das aberturas das tamises (ABNT 40 ou 20) ou após a trituração (rendimento) e o pó (produto final) ao decorrer de 3 repetições (Tabela 1). Pode-se observar uma retenção média menor que 50% em 420 ou 850 μm respectivamente.

Tabela 1 – Valores médios da granulometria (g) de sementes torradas e secas de Baru (*Dipteryx alata Vog*). Média seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a um nível nominal de 5%.

Sementes	Rendimento após trituração	ABNT 40 0,42 mm Tyler 35	ABNT 20 0,85 mm Tyler 20	Produto final
Seca (g)	101,33 a	37,0 a	46,43 a	51,33 a
Torrada (g)	99,33 a	36,33 a	43,33 a	53,33 a
*CV (%)	5,71	51,0	28,24	23,57

*CV: Coeficiente de variação.

Na Tabela 2 está descrito o rendimento de óleo essencial das sementes secas e torradas.

Tabela 2. Média da produtividade de óleo essencial extraído das sementes de baru (*Dipteryx alata Vogel*) secas e torradas.

Sementes	Teor de óleo (%)
Secas	52,93 ± 19,75 ^a
Torradas	32,28 ± 3,87 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste t, com nível de 5% de probabilidade.

Os resultados demonstram que houve maior rendimento ao extrair o óleo da semente seca, porém, estatisticamente, o teor de óleo não diferiu entre as amostras.

Souza (2019) ao extrair o óleo do fruto do baru seco utilizando como solvente o hexano encontrou valor médio de rendimento de 42,77% ±0,55, sendo que o teor encontrado foi relativamente menor do que os valores do presente trabalho.

O teor de óleo das sementes torradas apresentou-se menor devido a volatilização dos óleos essenciais pelo aumento da temperatura gerado pelo processo de torrefação. Isto se deve ao fato que extremas condições de tempo e temperatura (muito longo e muito alta, ou muito curto e muito baixa) contribuem para diminuição do rendimento, devido afetar o teor de umidade e, conseqüentemente, evaporação da água que contém nas sementes. (SOUZA, 2020).

Na Tabela 3, estão demonstrados valores de absorbância de cada diluição dos óleos essenciais extraídos de amêndoas secas e torradas de baru (*Dipteryx alata Vogel*).

Tabela 3. Absorbância em razão da concentração de óleo essencial de sementes de baru (*Dipteryx alata Vogel*) secas e torradas.

Concentração de metanol em amostra (mL)	Absorbância (517nm)*	
	Semente Seca	Semente Torrada
0	0,801 ± 0,064 ^a	0,853 ± 0,025 ^a
1	0,723 ± 0,039 ^a	0,724 ± 0,047 ^a
1,5	0,657 ± 0,056 ^a	0,813 ± 0,059 ^b
2	0,684 ± 0,016 ^a	0,855 ± 0,09 ^b
2,5	0,731 ± 0,066 ^a	0,805 ± 0,074 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste t, com nível de 5% de probabilidade.

* A absorbância do branco a 517 nm foi de 868 ± 0,06.

Nota-se que o óleo essencial da castanha seca apresentou menor absorbância em relação ao da torrada, sendo indicativo de maior potencial antioxidante. Porém, estatisticamente, somente as amostras diluídas em 1,5 e 2 mL de metanol que diferiram significativamente entre si.

Devido à localização do elétron livre na molécula de DPPH, ele apresenta uma cor púrpura ou violeta, com absorção a 515-520 nm em etanol ou metanol (DENG *et al.*, 2011). Quando um composto é antioxidante, ele doa ou transfere um átomo de hidrogênio, podendo resultar na alteração da cor violeta escuro para um violeta menos intenso, diminuindo a absorbância e indicando uma maior capacidade antioxidante (OLIVEIRA, 2015).

Na Figura 1 pode ser observado o percentual de consumo de DPPH em relação a concentração de óleo essencial expressa em μg de ácido gálico por mL^{-1} de extrato metanólico com a amostra.

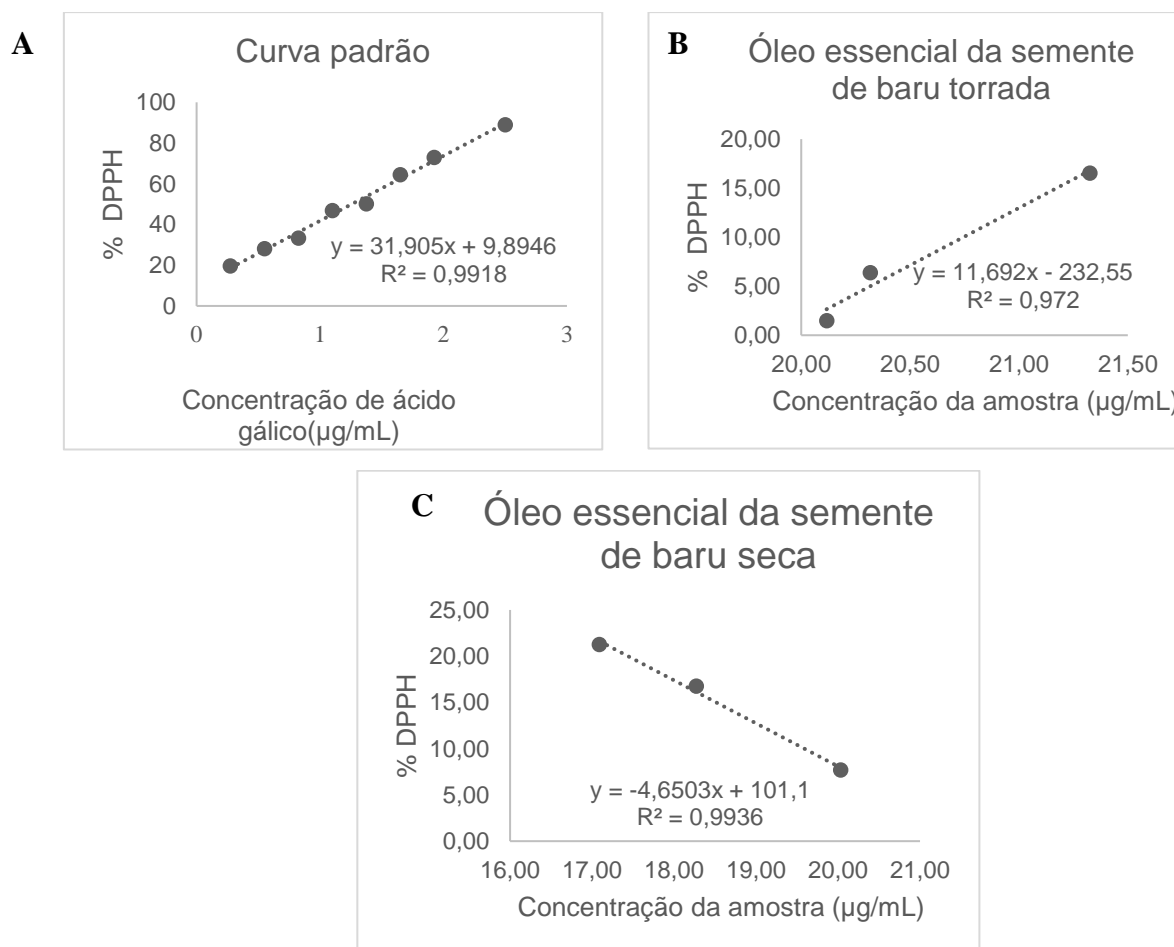


Figura 1: Percentual de DPPH nas amostras analisadas e na curva padrão de ácido gálico.

A – Curva de sequestro de DPPH do ácido gálico. B – Curva do sequestro de DPPH do óleo essencial extraído da castanha de baru (*Dipteryx alata* Vogel) torrada. C- Curva do sequestro de DPPH do óleo essencial extraído da castanha de baru (*Dipteryx alata* Vogel) seca.

Todas as amostras apresentaram capacidade de consumo de DPPH e, de acordo com Verruck, Prudencio e Silveira (2018) e Oliveira, Barbosa e Flores (2020), quanto maior o consumo de DPPH, maior é a atividade antioxidante. Portanto, quanto maior a concentração da amostra e menor a absorbância, maior o consumo de DPPH (OLIVEIRA; BATISTA; RAMOS, 2021). Observa-se de acordo com a Figura 1, que o óleo essencial extraído da amêndoa de baru seca, apresentou maior potencial de consumo de DPPH em relação ao da amêndoa torrada. O óleo da semente seca, apresentou maior consumo de acordo com o aumento da concentração da amostra, tendo apresentado também menor absorbância em relação ao da semente torrada (Tabela 3). Ao contrário dos resultados apresentados em experimento realizado por Miranda *et al.* (2016), os óleos essenciais avaliados (das espécies *C. bonariensis*, *P. hysterothorus*, *T. diversifolia*, *A. polystachya*, *H. coronarium* e *B. dracunculifolia*) não apresentaram habilidade em capturar os radicais livres (DPPH), não apresentando, portanto, uma capacidade antioxidante significativa.

Os valores do IC₅₀ (concentração de amostra necessária para inibir 50% do radical livre) e do IAA (índice de atividade antioxidante) estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4: IC₅₀ (concentração capaz de inibir 50% da atividade do DPPH) e IAA (índice de atividade antioxidante) do ácido gálico e dos óleos essenciais de castanha de baru (*Dipteryx alata* Vogel) seca e torrada.

Fração/Amostra	IC ₅₀ (µg/mL)	IAA (%)
Ácido gálico	1,26	30,55
Óleo essencial de castanha de baru seca	10,99	3,59
Óleo essencial de castanha de baru torrada	24,17	1,63

Segundo Silva *et al.* (2016), testes para analisar as propriedades antioxidantes em plantas são essenciais para o descobrimento de novas fontes de antioxidantes naturais, alimentos funcionais e/ou com propriedades farmacêuticas e quando uma amostra apresenta valores menores de IC₅₀, maior é a sua capacidade antioxidante, pois será necessária uma menor quantidade de amostra para reduzir 50% de DPPH.

Portanto, o óleo essencial da semente seca apresentou menor IC₅₀ e IAA acima de 2,0 apresentando uma capacidade antioxidante muito forte em relação ao da semente torrada, que apresentou um valor de IAA entre 1,0 e 2,0, sendo que a sua capacidade

antioxidante é considerada forte de acordo com a classificação proposta por Scherer e Godoy (2009).

O fato do óleo essencial proveniente da amêndoa de baru seca ter apresentado maior potencial antioxidante em relação à torrada pode estar relacionado ao fato de que o tratamento térmico, neste caso a torrefação, contribuiu para a redução dos compostos fenólicos, que possuem capacidade antioxidante (SANTIAGO *et al.*, 2018). Tal informação é reforçada por Paulo e colaboradores (2023), pois evidenciam que as condições de processamento, armazenamento e estágio de maturação das sementes de baru também podem influenciar no teor de compostos antioxidantes das mesmas e, conseqüentemente, do óleo extraído. Além disso, as condições de extração do óleo como o tipo de solvente utilizado, tempo e temperatura de extração, bem com a pressão podem interferir no teor de substâncias bioativas existentes no óleo (PAULO *et al.*, 2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram encontradas diferenças significativas em relação ao teor de umidade, granulometria e rendimento de óleo essencial das sementes secas e torradas. Ambos os óleos extraídos apresentaram uma boa capacidade antioxidante, sendo que aquele extraído da amêndoa de baru seca apresentou menor absorvância, maior potencial de consumo de DPPH, menor IC50 e maior IAA, corroborando para uma maior capacidade antioxidante.

Sugere-se que o potencial do óleo essencial de castanha de baru deve ser explorado a fim de avaliar a sua aplicação na indústria alimentícia.

AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Estudos em Plantas Mediciniais (NEPM) da Faculdade de Saúde e Humanidades Ibituruna - FASI pelo apoio e suporte financeiro para as análises de umidade, granulometria e extração do óleo essencial. Ao Laboratório de Café e Biomassa do Cerrado da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM pelo apoio e suporte financeiro para a análise da capacidade antioxidante pelo método de sequestro do radical livre DPPH.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. M. *et al.*. Oilseeds native to the Cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health. **Revista de Nutrição**, v. 29, n. 6, p. 859–866, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-98652016000600010> Acesso em: 28 out. 2023.
- ANDRADE, M. A.; CARDOSO, M. G.; BATISTA, L. B.; MALLET, A. C. T.; MACHADO, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. **Revista Ciência Agrônômica**, v.43, p. 399-408, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902012000200025> Acesso em: 27 out. 2023.
- AOCS, American Oil Chemistry Society. **Official Methods**. Washington, 5th ed., 2002.
- BARROS, M. P. Resfriamento evaporativo da água em um refrigerador de vaso cerâmico: estudo experimental da transferência de calor e massa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200124, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0124> Acesso em: 27 out. 2023.
- BORGES, T. H. P. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas de baru submetido ao aquecimento**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/71/o/THAYS_HELENA_BORGES_VERS%C3%83O_final_impressao.pdf Acesso em: 20 out. 2023.
- BRANDÃO, M. G. L. Produção de chás e extratos de plantas medicinais. Belo Horizonte, MG. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC. p.8 (Dossiê Técnico), 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf Acesso em: 29 out. 2023.
- BRITO, M. A.; BENEDETTI, S. Determinação da composição centesimal e capacidade antioxidante de frutos do Cerrado. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 11, n.4, p. 15-26, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v11n4.14704> Acesso em: 29 out. 2023.
- FALLEH, H.; BEN JEMAA, M.; SAADA, M.; KSOURI, R. Essential oils: A promising eco-friendly food preservative. **Food Chemistry**, v. 330, p. 127268, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127268>. Acesso em: 25 out. 2023.
- FETZER, D. L.; CRUZ, P. N.; HAMERSKI, F.; CORAZZA, M. L. Extraction of baru (*Dipteryx alata vogel*) seed oil using compressed solvents technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 137, p. 23-33, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2018.03.004> Acesso em: 20 out. 2023.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computerstatistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001> Acesso em: 26 out. 2023.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2008. Disponível em: www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3.../analisedealimentosial_2008.pdf Acesso em: 19 out. 2023.

HIGASHIJIMA, N. S.; LUCCA, A.; REBIZZ, L. R. H.; REBIZZI, L. M. H. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. e020013, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/san.v27i0.8653587> Acesso em: 28 out. 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas, Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos**. 3^oed., v.1, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985.

LOUREDO, E. G., RAZIA, J. R., LIMA, L. P., SILVA, V. A., FILGUEIRAS, M. L. M., OLIVEIRA, L. F., OLIVEIRA, I. P. Biscoito tipo cookie enriquecido com baru. **Revista Faculdade Montes Belos (FMB)**, v. 7, n. 1, p. 16-25, 2014. Disponível em: <http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/view/140/134> Acesso em: 16 out. 2023.

LUZIA, D. M. M. **Propriedades funcionais de óleos extraídos de sementes de frutos do cerrado brasileiro**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2012. Disponível em: <http://acervodigital.unesp.br/handle/11449/100896> Acesso em: 20 set. 2023.

MAMEDE, J. S. DOS S.; PASA, M. C.. Diversidade e uso de plantas do Cerrado na comunidade São Miguel, Várzea Grande, MT, Brasil. **Interações**, v. 20, n. 4, p. 1087–1098, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v20i4.2064> Acesso em: 28 out. 2023.

MIRANDA, C. A. S. F. *et al.*. Óleos essenciais de folhas de diversas espécies: propriedades antioxidantes e antibacterianas no crescimento espécies patogênicas. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 1, p. 213–220, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160025> Acesso em: 28 set. 2023.

MORETTO, E.; FETT, R. **Definição de Óleos e Gorduras. Tecnologia de Óleos e Gorduras Vegetais na Indústria de Alimentos**. São Paulo: Varela Editora e Livraria LTDA, 1998.

OLIVEIRA, M. G.; BATISTA, M. O.; RAMOS, D. V. B. Avaliação da atividade antioxidante da *Bauhinia splendens* pelo método DPPH. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 112714–112725, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-178> Acesso em: 15 out. 2023.

OLIVEIRA, G. L. S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais *in vitro* pelo método do DPPH: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.1, p.36-44, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/12_165 Acesso em: 17 ago. 2023.

OLIVEIRA, M. C.; BARBOSA, R. C. F.; FLORES, D. C. Atividade antioxidante de frutas cítricas: adaptação do Método do DPPH para experimentação em sala de aula. *Química Nova Escola*, v. 18, n. 4, p. 401-405, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160251> Acesso em: 16 set. 2023.

PAULO, L. A. O. *et al.*. baru seed extracted oil (*Dipteryx alata* vog.): chemical composition and thermal and oxidative stability. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 34, n. 5, p. 664–672, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20220136> Acesso em: 28 out. 2023.

PINHO, R. S.; OLIVEIRA, A. F.; SILVA, S. I. Potential oilseed crops from the semiarid region of northeastern Brazil. *Bioresource Technology*, v. 100, n. 23, p. 6114-6117, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.06.010> Acesso em: 25 out. 2023.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M.. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, p. e2017150, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15017> Acesso em: 25 out. 2023.

REIS, V. B. S. X. *et al.* Avaliação de amêndoas de baru in natura armazenadas em diferentes embalagens. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 42, n. 2, p. 539-546, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.19084/rca.17173> Acesso em: 13 out. 2023.

ROCHA, R. R. R.; FERREIRA, W. M.; GONÇALVES, K. A. M. Benefícios fornecidos pelo uso de óleos essenciais sobre o sistema nervoso central e sua atividade antimicrobiana: uma revisão literária. *Brazilian Journal of Development*, v.8, n. 1, p. 229–236, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n1-016> Acesso em: 20 out. 2023.

ROCHA, F. **Caracterização química, física e termofísica da amêndoa do Baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Campo Mourão, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/6689> Acesso em: 18 set. 2023.

SANTIAGO, G.L.; OLIVEIRA, I.G.; HORST, M.A.; NAVES, M.M.V.; SILVA, M.R. Peel and pulp of baru (*Dipteryx alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant capacity. *Food Science and Technology*, v. 38, n. 2, p. 244-249, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457x.36416> Acesso em: 18 out. 2023.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry*, v. 112, n. 3, p. 654-658, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.026> Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, C. F. G. *et al.*. Parâmetros de qualidade físico-químicos e avaliação da atividade antioxidante de folhas de *Plectranthus barbatus* Andr. (Lamiaceae) submetidas a diferentes processos de secagem. *Revista Brasileira de Plantas Medicináveis*, v. 18, n. 1, p. 48–56, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_021 Acesso em: 29 out. 2023.

SILVA, E. S.; SOARES, F. M.; BARROS, J. R.; CONSTANT, P. B. L. Conservação de

alimentos pelo uso de aditivos: uma revisão. **B.CEPPA**, v. 37, n. 2, p. 18 – 29, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/download/55962/45079> Acesso em: 20 out. 2023.

SILVA, P. N. *et al.* Total phenolic compounds and antioxidant capacity of baru almond and by-products evaluated under optimizing extraction conditions. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 15, n. 4, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v15i4a8530> Acesso em: 14 out. 2023.

SOUZA, A. L. S. Extração e caracterização do óleo da amêndoa de baru utilizando etanol e isopropanol como solventes alternativos ao hexano. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2019. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/29888/1/texto%20completo.pdf> Acesso em: 12 out. 2023.

SOUZA, A. L. S.; MIRANDA, J. S.; SOUSA, R. C. S.. Caracterização físico-química da amêndoa e do óleo de baru submetido à extração sólido- líquido com solventes alternativos. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 26548–26556, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n11-285> Acesso em: 14 out. 2023.

SOUZA, B. A.; PIAS, K. K. S.; BRAZ, N. G.; BEZERRA, A. S. Aditivos alimentares: aspectos tecnológicos e impactos na saúde humana. **Revista Contexto & Saúde**, v. 19, n. 36, p. 5-13, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21527/2176-7114.2019.36.5-13> Acesso em: 10 out. 2023.

SOUZA, I. H. S. **Otimização da torrefação na composição físico-química e fenólica, capacidade antioxidante e compostos voláteis do óleo de babaçu (*Orbignya phalerata*)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020. Disponível em: https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16162/2/IAGO_HUDSON_SILVA_SOUZA.pdf Acesso em: 16 set. 2023.

TAKEUCHI, K. P. *et al.* Desenvolvimento de pasta cremosa vegetal à base de amêndoa de baru, castanha-do-brasil e cacau. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 24, n. 2, p.146-155, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i2.1085> Acesso em: 20 out. 2023.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, E. S.; SILVEIRA, S. M. Compostos bioativos com capacidade antioxidante e antimicrobiana em frutas. **Revista CSBEA**, v. 4, n. 1, P. 111 – 124, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5965/24473650412018111> Acesso em: 20 out. 2023.

XU, J.; CHEN, S.; HU, Q. Antioxidant activity of brown pigments and extracts from black sesame seed (*Sesamum indicum* L.). **Food Chemistry**, v.9, n. 1, p.79-83, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.05.051> Acesso em: 12 set. 2023.