

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E DESENVOLVIMENTO NA
REGIÃO CENTRO-OESTE**

DAYANE STÉPHANIE FERNANDES

**QUALIDADE DE AMÊNDOAS TORRADAS DE BARU ARMAZENADAS EM
DIFERENTES EMBALAGENS**

CAMPO GRANDE – MS

2020

DAYANE STÉPHANIE FERNANDES

**QUALIDADE DE AMÊNDOAS TORRADAS DE BARU ARMAZENADAS EM
DIFERENTES EMBALAGENS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, área de concentração Metabolismo e Nutrição, para obtenção do título de Mestre pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

Orientadora: Dra. Priscila Aiko Hiane.

Coorientadora: Dra. Juliana Rodrigues Donadon.

CAMPO GRANDE – MS

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me proporcionado essa oportunidade, ter me garantido força e capacidade para que esse trabalho fosse realizado.

A minha família, que sempre acreditou no meu potencial, sempre abraçaram os meus sonhos e nunca me desamparam. Sempre foram e são o meu refúgio na loucura desse mundo. O amor de vocês me dá forças para continuar.

Obrigada mãe por ser esse exemplo de mulher forte, batalhadora e destemida. Sem o seu exemplo, o da vó e da tia eu não seria nenhum pouquinho o que sou hoje. A minha linda irmã e sobrinha por sempre entenderem as minhas ausências e me apoiarem. Ao meu parceiro de vida, Carlos Leonardo, por seu amor, apoio e compreensão.

A minha amiga, Liza, que sempre esteve disposta a ajudar e colocar calma nessa trajetória.

As professoras Priscila Aiko Hiane e Juliana Rodrigues Donadon, por acreditarem no meu potencial e capacidade para a realização deste.

As professoras Rita de Cássia e Raquel Pires por sempre me ouvirem com carinho e me auxiliarem nas dúvidas.

Ao Thiago Rangel que contribuiu com toda dedicação a iniciação científica desse projeto.

Aos técnicos de laboratório Osmar, Cristiane e Aline que me auxiliaram nas pesquisas de laboratório.

Aos colegas e professores do Curso de Pós-Graduação da UFMS pela trajetória e companheirismo.

Ao CNPQ pelo fomento e a União plástica pela doação das embalagens.

A cada um que de alguma maneira contribuiu para a realização desse trabalho.

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial, a minha sobrinha Marianna, por ser a pessoa mais extraordinária que existe nesse mundo.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.” (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

Resumo:

O Cerrado brasileiro apresenta inúmeros frutos com características nutricionais benéficas à saúde, incluindo o baru, que apresenta amêndoas com elevado teor de lipídeos, que se caracteriza por apresentar ácidos graxos ômega-6 e ômega-9 e compostos bioativos. A torrefação das amêndoas aumenta a palatabilidade, diminui o teor de água e os compostos antinutricionais, mas pode favorecer a oxidação lipídica. O armazenamento em embalagens adequadas minimiza as alterações físico-químicas nos alimentos e aumenta a vida útil. O objetivo neste trabalho foi avaliar o efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na qualidade de amêndoas torradas de baru. Os Frutos de baru foram coletados no município de Campo Grande, MS, selecionados manualmente, eliminando-se os deteriorados. As amêndoas foram separadas dos frutos por meio de quebrador manual e as íntegras foram homogeneizadas e submetidas à torrefação em forno elétrico a 200°C por 15 minutos. Depois de resfriadas foram acondicionadas em três diferentes embalagens: polipropileno (PP); polipropileno+polipropileno biorientado (PP+BOPP) e polipropileno+polietileno tereftalato + metalizado e polietileno (PP+PET MET+PE). As embalagens foram armazenadas e as amêndoas avaliadas aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias. Avaliou-se o teor de umidade, a acidez em álcool solúvel, os índices de acidez, de peróxido e de iodo e o perfil de ácidos graxos, os teores de fenóis totais, taninos, ácido fítico e a capacidade antioxidante. O teor de umidade mostrou-se adequado para armazenamento seguro. As amêndoas acondicionadas em filme de PP+PET MET+PE apresentaram menores valores de acidez titulável e índice de acidez do óleo, indicando maior eficiência na preservação da estabilidade lipídica das amêndoas. Durante o armazenamento verificou-se aumento na acidez titulável a partir de 90 dias e do índice de acidez a partir de 120 dias. O aumento na acidez do óleo pode ser explicada pela degradação lipídica. A oxidação lipídica, avaliada por meio do índice de peróxido foi superior nas embalagens PP e PP+PE. O índice de iodo foi maior na PP+PE MET+PET, indicando maior grau de insaturações. Os ácidos graxos predominantes nas amêndoas de baru foram os insaturados denominados oleico e linoleico, sendo este último em maior porcentagem, aproximadamente 30%, que trazem benefícios à saúde. Os teores de fenóis totais não apresentaram diferenças nas amêndoas, independentemente das embalagens utilizadas. Nas embalagens de PP+PE não houve alterações nos valores de fenóis com o tempo, indicando maior eficiência na preservação deste composto bioativo. Os teores de taninos apresentaram redução a partir dos 120 dias de armazenamento em todas as embalagens, enquanto os de ácido fítico, após 90 dias. As embalagens PP+PE + MET+PET apresentaram menores teores de ácido fítico. A maior capacidade antioxidante foi encontrada nas amêndoas acondicionadas em embalagens de PP+PE MET+PET. A qualidade lipídica foi melhor preservada nas embalagens de PP+PE+MET+PET enquanto a de PP foi mais eficiente na manutenção dos fenóis totais e taninos. As amêndoas apresentaram vida útil de 120 dias quando acondicionadas na embalagem PP+PE MET+PET, enquanto para as demais embalagens foi de 90 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Dipteryx alata*; Torrefação; Filmes plásticos; Vida de prateleira; Oxidação

Abstract:

The Brazilian Cerrado has countless fruits with nutritional characteristics beneficial to health, including baru, which has almonds with a high lipid content, which is characterized by having omega-6 and omega-9 fatty acids, and bioactive compounds. Roasting almonds increases palatability, decreases water content and anti-nutritional compounds, but can favor lipid oxidation. Storage in suitable packaging minimizes physical and chemical changes in food and increases shelf life. Thus, the objective was to evaluate the effect of the type of packaging and storage time on the quality of roasted baru almonds. Baru fruits were collected in the municipality of Campo Grande, MS, selected manually, eliminating the deteriorated ones. The almonds were separated from the fruits by means of a manual breaker and the whole almonds were homogenized and submitted to roasting in an electric oven at 200 ° C for 15 minutes. After being cooled, they were packed in three different packages: polypropylene (PP); polypropylene + bioriented polypropylene (PP + BOPP) and polypropylene + polyethylene terephthalate + metallized and polyethylene (PP + PE MET + PET). The packages were stored and the almonds were evaluated at 0, 30, 60, 90, 120 and 150 days. The moisture content, the acidity in soluble alcohol, the acidity, peroxide and iodine indices and the fatty acid profile, the contents of total phenols, tannins, phytic acid and the antioxidant capacity were evaluated. The moisture content was adequate for safe storage. Almonds packed in PP + PE MET+PET film showed lower values of titratable acidity and oil acidity index, indicating greater efficiency in preserving the lipid stability of the almonds. During storage, there was an increase in the titratable acidity after 90 days and the acidity index after 120 days. The increase in oil acidity can be explained by lipid degradation. Lipid oxidation, assessed by means of the peroxide index, was higher in PP and PP + PE packages. The iodine index was higher in PP + PE MET + PET, indicating a higher degree of unsaturation. The predominant fatty acids in baru almonds were the unsaturated ones called oleic and linoleic, the latter being in greater percentage, approximately 30%, which bring health benefits. The content of total phenols did not differ in almonds, regardless of the packaging used. In the PP + PE packages there was no change in the values of phenols over time, indicating greater efficiency in the preservation of this bioactive compound. The levels of tannins showed a reduction after 120 days of storage in all packages, while those of phytic acid, after 90 days. PP + PE + MET + PET packages showed lower levels of phytic acid. The highest antioxidant capacity was found in almonds packed in PP + PE MET + PET packages. The lipid quality was better preserved in the packaging of PP + PE + MET + PET while that of PP was more efficient in maintaining total phenols and tannins. The almonds had a shelf life of 120 days when packed in the PP + PE MET + PET packaging, while for the other packages it was 90 days of storage.

Key words: *Dipteryx alata*; Roasting; Plastic films; Shelf Life; Oxidation

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor de umidade, índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo da amêndoas torrada de baru em função da temperatura e do tempo de armazenamento.....	37
Tabela 2. Desdobramento das interações significativas tratamentos x tempos obtidas para umidade, índices de acidez, de peróxido e de iodo de amêndoas torradas de baru acondicionadas em diferentes embalagens.....	38
Tabela 3. Determinação do perfil de ácidos graxos majoritários presente na amêndoa torrada do baru.....	43
Tabela 4. Desdobramento das interações significativas tratamentos x tempos obtidas para o perfil de ácidos graxos.....	45
Tabela 5. Determinação de compostos fenólicos, taninos, ácido fítico e atividade antioxidante de amêndoas torradas de baru, armazenadas em três diferentes embalagens pelo período de 150 dias.....	46
Tabela 6. Variação dos índices de fenóis, taninos e ácido fítico de amêndoas de baru submetidas à torrefação e armazenadas por até 150 dias.....	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa representando o bioma do Cerrado no Brasil.....	14
Figura 2. Diferenças nos tamanhos e coloração de amêndoas de baru.....	17
Figura 3. Fruto <i>in natura</i> do barueiro, partidos ao meio e sementes de baru.....	17
Figura 4. Amêndoas em homogeneizador.....	30
Figura 5. Temperatura e Umidade relativa do ambiente de armazenamento de amêndoas torradas de baru.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AT – Acidez titulável

Aw – Atividade de água

CV – Coeficiente de Variação

DP – Desvio padrão

DDPH – Radical livre (2,2-Difenil-1-picril-hidrazila)

DIC – Delineamento inteiramente casualizado

g 100g⁻¹ – Gramas por 100 gramas

IAL – Instituto Adolf Lutz

IC50 – Concentração inibitória de 50%

Ig 100g⁻¹ – Iodeto em gramas por 100 gramas

KOH – Hidróxido de potássio

kg – Quilograma

mEq kg⁻¹ – Miliequivalente por quilo

mg koh g⁻¹ – Miligrama de hidróxido de potássio

mm – Milímetro

NaOH – Hidróxido de sódio

OMS – Organização Mundial da Saúde

p<0,01 – Significativo a 1%

pH – Potencial hidrogeniônico

PP – Embalagem de polipropileno

PP+BOPP – Embalagem de polipropileno + polipropileno biorientado

PP+PET MET+PE – Embalagem de polipropileno, polipropileno tereftalato, metalizada e polietileno

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

T°C – Temperatura em graus Celsius

T0 – Época 0 dias

T1 – Época 30 dias

T2 – Época 60 dias

T3 – Época 90 dias

T4 – Época 120 dias

T5 – Época 150 dias

UR – Umidade relativa do ar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Cerrado.....	14
2.2 Baru.....	15
2.3 Qualidade lipídica das amêndoas de baru.....	19
2.4 Qualidade nutricional das amêndoas de baru.....	22
2.5 Armazenamento X Embalagem.....	23
2.6 Compostos bioativos.....	24
3. OBJETIVOS	
3.1 Objetivo geral.....	29
3.2 Objetivos específicos.....	29
4. METODOLOGIA	
4.1 Matéria-prima.....	30
4.2 Torrefação e armazenamento das amêndoas.....	30
4.3 Análises físico-químicas.....	31
4.4 Perfil de ácidos graxos de amêndoas torradas de baru.....	33
4.5 Extrato para bioativos.....	33
4.6 Análise estatística.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
5.1 Temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento.....	36
5.2 Efeito do tipo de embalagem e tempo de armazenamento na estabilidade físico-química de amêndoas torradas de baru.....	36
5.3 Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na quantificação e qualificação dos ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa torrada.....	42
5.4 Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na estabilidade bioativa de amêndoas torradas de baru.....	46
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS.....	50

1. INTRODUÇÃO

O baru (*Dipteryx alata* Voguel) é um fruto carnosos, oval, com amêndoa única, típico do Cerrado brasileiro, produzido nos meses de julho a setembro, de árvores que apresentam 15 a 25 metros de altura (DAMASCENO JÚNIOR; SOUZA, 2010). Popularmente também é conhecido como cumbaru, cumaru, coco-feijão, entre outras designações (SANO et al., 2004; ALMEIDA et al., 1987).

O formato das amêndoas varia entre levemente ovalada e largo elíptica, de dimensões e massa entre 1 a 2,6 cm de comprimento e 0,9 a 1,3 cm de largura e 0,9 g a 1,6 g, respectivamente. O tegumento, tecido que reveste a semente, apresenta coloração brilhante que varia de marrom-amarelada ou avermelhada a quase preta (CORREA et al., 2008; NEPOMUCENO, 2006; SANO et al., 2004).

A amêndoa apresenta alto conteúdo proteico (22,9 g 100g⁻¹) e lipídico (40,6 g 100g⁻¹) contribuindo para o valor calórico do alimento (SANTIAGO et al., 2018). Na fração lipídica predomina o ácido graxo oleico (ômega 9), seguido do linoleico (ômega 3) (SIQUEIRA et al., 2016), que são importantes por auxiliarem na diminuição de frações lipídicas, como LDL-c e VLDL-c (NOZAKI et al., 2012).

As amêndoas são consumidas torradas e utilizadas em diferentes preparações como em pães (ROCHA; CARDOSO SANTIAGO, 2009), barrinhas de cereais (LIMA et al., 2010), pé-de-moleque, paçoquinha, rapadura, bolos, biscoitos, cookies, doces, entre outros (SOARES JÚNIOR et al., 2007; NEPOMUCENO, 2006; SANO et al., 2004; ALMEIDA et al., 1987).

As amêndoas de baru são sementes comestíveis com elevado teor de lipídeos na sua composição que, de acordo com Donadon et al. (2015), podem sofrer deterioração ao longo do armazenamento por meio da rancidez oxidativa, resultando no desenvolvimento de compostos tóxicos, que conferem alteração no odor e sabor e consequentemente na perda de valor nutricional do alimento (MENDES et al., 2013).

As amêndoas integrais apresentam elevado teor de compostos fenólicos e consequentemente elevada capacidade antioxidante. Os agentes antioxidantes atuam na inibição/redução das lesões celulares causadas pelos radicais livres (LE MOS et al., 2012; SIQUEIRA et al., 2012). Diversas doenças crônicas não transmissíveis estão associadas ao desequilíbrio entre a produção de radicais livres e compostos antioxidantes (MORAIS et al., 2013).

As amêndoas de baru são consumidas torradas, pois in natura apresentam elevado teor de ácido fítico que sequestra ferro e cálcio do organismo (FUSTER et al., 2017). A torrefação de alimentos é um tratamento térmico que reduz os fatores antinutricionais e a água disponível para as reações bioquímicas, possibilitando o consumo e aumentando a vida útil (DAMIANI et al., 2013). É um processo que agrega características sensoriais favoráveis nos alimentos (SILVA; FERNANDES, 2011).

O tipo de embalagem utilizada para acondicionamento de sementes pode influenciar a qualidade química durante o armazenamento, já que a permeabilidade ao vapor de água varia de acordo com a composição do filme, possibilitando maior ou menor interação entre o produto e o meio. Dessa forma quanto maior a permeabilidade ao vapor de água, maior o teor de água do alimento, devido à elevada higroscopicidade das sementes (DONADON et al., 2015). A composição do filme plástico também influencia a permeabilidade ao oxigênio e à luz (SIRACUSA, 2012) fatores que desencadeiam reações oxidativas.

A determinação da vida útil de alimentos é muito importante para estabelecer o período de tempo de manutenção da qualidade física e química que pode variar de acordo com o filme utilizado durante o armazenamento. Ainda não se tem conhecimento satisfatório sobre o efeito do tipo de embalagem associada ao tempo de armazenamento na estabilidade bioativa e lipídica das amêndoas torradas de baru com a finalidade de reduzir o desperdício do produto processado, manter a qualidade e dessa forma aumentar a rentabilidade.

A vida de prateleira do baru torrado pode variar de acordo com o filme utilizado, devido as características de permeabilidade ao vapor d'água, oxigênio e luz. Diante do exposto este trabalho tem por objetivos avaliar o efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na qualidade de amêndoas torradas de baru.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cerrado

O Cerrado compõe uma imensa fonte de recursos biológicos, seja fauna ou flora, que corresponde a 22% do território brasileiro, com aproximadamente 90% da área localizada nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Bahia (SILVA et al., 2017), conforme Figura 1. As áreas nativas do cerrado apresentam paisagens peculiares importantes para a preservação e conservação da biodiversidade (LEITE et al., 2018).



Figura 1. Localização do bioma Cerrado no Brasil. Fonte: Ministério do Meio Ambiente – MMA, 2011.

Ocupa aproximadamente dois milhões de Km² o qual corresponde a um quarto da superfície do país. O cerrado sensu stricto, considerado maior porção deste bioma corresponde aproximadamente 65% da área geográfica, enquanto o cerradão a 1% (MARIMON-JUNIOR; HARIDASAN, 2005). É o segundo maior bioma da América do Sul (MMA, 2011), caracterizado por grande biodiversidade, constituído por árvores relativamente baixas, esparsas, disseminadas em meio a arbustos e gramíneas (IBAMA, 2008).

Esse bioma é considerado uma das mais ricas savanas do mundo, constitui um patrimônio imensurável de recursos naturais renováveis, com grande destaque para as espécies nativas de frutos que apresentam características sensoriais únicas, que elevam as

opções de exploração in natura ou como matéria prima alimentícia (MORZELLE et al., 2015).

As plantas do Cerrado apresentam adaptações às condições ambientais distintas, como extensos períodos de seca e momentos de alta pluviosidade, solos pobres, alta incidência de radiação UV e grande ocorrência de queimadas. Diante disso as plantas utilizam de mecanismos de defesa para se protegerem durante o processo evolutivo (REIS; SCHMIELE, 2019). Estima-se que exista em torno de 5000-7000 espécies de plantas, das quais 40% são lenhosas (SILVA et al., 2017).

A preservação da biodiversidade desse bioma e dos sistemas agrícolas tradicionais da região é crucial para manter a proteção e sustentabilidade ambiental do cerrado (SILVA et al., 2017), visto que o bioma sofreu grande degradação durante décadas pela ação humana e mudanças no uso da terra (CASTRO et al., 2016). Entretanto, apenas 20% da vegetação nativa é protegida pela legislação brasileira (QUEIROZ et al., 2017).

As principais mudanças/ usos da terra no Cerrado é a substituição da vegetação nativa para abertura de campos de pastagens, que pode ser prejudicial ao bioma (QUEIROZ et al., 2017). Entre a Amazônia e o Cerrado há uma zona de transição, a qual é o maior complexo ecotonal do mundo, na questão oferta de terra. A confluência entre as duas floras, além de ser a maior e mais dinâmica fronteira agrícola dos trópicos, resulta em uma ocupação pelo agronegócio, conhecido como arco do desmatamento, visto que se estende por quase seis mil quilômetros (BONINI et al., 2018).

A vegetação nativa ainda existente nesse complexo ecotonal apresenta a maior diversidade de espécies, do que cada bioma separado em fisionomias únicas, como cerradão e floresta de transição (BONINI et al., 2018). No cerrado os ambientes variam significativamente, sendo que áreas campestres, capões de mata, florestas e áreas brejosas podem existir em uma mesma região (MACHADO et al., 2004).

2.2 Baru

O baru é o fruto do barueiro, uma árvore nativa da região do Cerrado brasileiro, considerado o segundo maior bioma do Brasil (SANTIAGO et al., 2018). Pertence à espécie *Dipteryx alata* Vogel, divisão Magnoliophyta (Angiospermae), classe Magnoliopsida (Dicotyledonae), ordem Fabales e família Fabaceae (Leguminosae) (CARVALHO, 2003), que é explorada economicamente pelos agricultores (MAGALHÃES et al., 2014). Também encontrada no Paraguai, geralmente nas áreas com solos férteis e bem drenados (SANO et al., 2010). Possui grande potencial de

utilização: alimentícia, forrageira, medicinal, industrial, para recuperação de áreas degradadas, no paisagismo, para aplicação madeireira (VIEIRA et al., 2010), oleico, e para enriquecimento de pastagens (OLIVEIRA et al., 2006; ALMEIDA et al., 1987).

As árvores do baru são preservadas na abertura das pastagens, devido a sua integração e convivência pacífica com o modelo de exploração praticado pelas populações rurais, pois o fruto amadurece na época da seca servindo de complemento alimentar e abrigo para o gado (SANO et al., 2004; CORREA et al., 2000). Pode ser cultivada em consórcio com outras espécies, sem causar prejuízo, ou seja, sem a necessidade de derrubar essa espécie nativa.

A exploração do baru é extrativista, de baixo impacto ambiental, já que os frutos são recolhidos apenas quando caem no chão e são considerados maduros. Ao avaliar a sustentabilidade da cadeia produtiva, Magalhães et al. (2014) constataram irregularidades no fornecimento de frutos em razão da sazonalidade da frutificação, inexistência de equipamentos para processamento e de tecnologias adequadas que impossibilitam o fornecimento constante, além de baixa divulgação do produto para o consumidor final.

Mesmo diante das dificuldades apresentadas para manter a constância do produto no mercado, esta espécie é promissora, visto que pode ser utilizada para diversos fins (SILVÉRIO et al., 2013). Para o bioma, a valorização deste alimento é de suma importância contribuindo na preservação do meio ambiente.

O nome popular dos frutos de baru varia com o local, sendo mais conhecido como baru nos Estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Distrito Federal, cumaru ou cumbaru em São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, castanha-de-burro no Piauí e garampara no Maranhão. No exterior é conhecido como “tonka beans.” Também designado de barujó, castanha-de-ferro, coco-feijão, cumaru-da-folha-grande, cumarurana, dentre outros (SANO et al., 2004).

A frutificação ocorre de outubro a março com maturação entre julho a outubro, porém pode variar dependendo da localidade (SANO et al., 2004; ALMEIDA et al., 1987). Segundo Magalhães et al. (2014) os frutos são coletados entre os meses de julho a outubro e processados pela agricultura familiar para obtenção da amêndoa e comercialização.

Os frutos (pericarpo) apresentam epicarpo (casca) fino, de consistência macia e quebradiça, mesocarpo (polpa) de coloração marrom, consistência macia, farináceo, espesso, e endocarpo (tecido que reveste a semente) lenhoso, amarelo-esverdeado ou marrom com uma camada esponjosa na parte interna (FERREIRA et al., 1998).

O fruto apresenta semente única, de formato variando entre levemente ovalada e largo elíptica, sendo a última mais comum, de dimensões variadas, com comprimento de 1 a 3,5 cm e largura de 0,9 a 1,3 cm e espessura de 0,7 a 0,9 cm. O tegumento é brilhante, com coloração que varia entre marrom-amarelada ou avermelhada a quase preta brilhante (CORREA et al., 2008; NEPOMUCENO, 2006; SANO et al., 2004). As variações na coloração e tamanho das amêndoas podem ser observadas na Figura 2.

Silva et al. (2019) caracterizaram os frutos com 4 a 5 cm de comprimento, formato ovóide, de mesocarpo escuro e esponjoso e endocarpo lenhoso, semente única, com variação de comprimento, forma elipsoide e coloração castanho escuro/marrom.



Figura 2. Diferenças nos tamanhos e coloração de amêndoas de baru.
Fonte: Autor.

A Figura 3 apresenta o aspecto dos frutos e amêndoas de baru.



Figura 3. Frutos *in natura* do Barueiro partidos ao meio e sementes de baru.
Fonte: Autor.

Zuffo et al. (2014) analisaram por dois anos consecutivos a biometria e a produtividade dos frutos e sementes de baru e verificaram que houve variações entre os anos, que pode ser explicada devido às variações dos fatores ambientais, dentre eles a disponibilidade de água, que é considerada a essencial para produção e desenvolvimento dos frutos e sementes.

Quanto à aplicação alimentar, a polpa, a amêndoa e as flores podem ser consumidas. O fruto serve de alimento para animais como mamíferos silvestres (morcegos, macacos e roedores) e gados. As flores são visitadas por abelhas que retiram o néctar e prestam serviços ambientais com a polinização (SANO et al., 2004).

A amêndoa apresenta alto conteúdo proteico e lipídico. Santiago et al. (2018) encontraram na amêndoa torrada de baru 22,9 g 100 g⁻¹ de proteína e 40,6 g 100 g⁻¹ de lipídios, contribuindo para o valor calórico do alimento. De acordo com Cravo Filho et al. (2017) a composição nutricional das amêndoas de baru apresenta variações na literatura e as diferenças encontradas podem ser atribuídas às diferenças genéticas, condições edafoclimáticas (ALVES et al. 2016) e ao estágio de maturação (CRAVO FILHO et al., 2017).

A farinha de baru desengordurada apresenta composição proteica similar ao da maioria das leguminosas, predominando as globulinas e albuminas (GUIMARÃES et al., 2012). Segundo Freitas et al. (2010) sementes comestíveis tendem a suprir grande parte das quantidades necessárias dos aminoácidos essenciais, com exceção da lisina, cisteína e metionina, atendendo às necessidades nutricionais e colaborando com a recuperação de indivíduos com grandes deficiências.

A semente de baru possui melhor eficiência alimentar e qualidade proteica em relação à semente de pequi, podendo sua proteína ser classificada como de qualidade intermediária à boa. Por isso, o consumo da semente de baru é recomendado em uma alimentação saudável, ou como ingrediente de preparações, em substituição a outras sementes comestíveis, como o amendoim, e às nozes em geral, contribuindo assim para um aporte proteico adequado (SOUSA et al., 2012).

A amêndoa de baru tem sabor agradável semelhante ao amendoim e a torrefação também contribui para melhorar o sabor e a textura. Pode ser consumida torrada, na forma de farinha, ou em preparações (pé-de-moleque, paçoquinha, rapadura, panetone, barra de cereal, cereais matinais, bolos, biscoitos, cookies, doces, pães, bombons e pesto – molho italiano para massas), podendo substituir com equivalência a castanha-de-caju e as nozes e atender futuramente ao mercado externo, grande consumidor de nozes (SOARES

JÚNIOR et al., 2007; NEPOMUCENO, 2006; SANO et al., 2004; ALMEIDA et al., 1987).

O óleo da amêndoa também pode ser utilizado na alimentação humana. A fração lipídica predominante é do ácido graxo oleico (ômega 9), seguido do linoleico (ômega 3) (SIQUEIRA et al., 2016), que são importantes no auxílio da diminuição de frações lipídicas, como LDL-C e VLDL-C (NOZAKI et al., 2012).

Devido ao potencial de utilização como alimento, Fiorante et al. (2017) elaboraram uma bebida fermentada à base de amêndoa de baru e obtiveram uma excelente alternativa para a indústria de alimentos com oferta de produto probiótico com grande valor nutricional. A utilização da farinha de baru na produção de alimentos pode contribuir no desenvolvimento de novos produtos considerados saudáveis, assim promover a exploração sustentável do Cerrado brasileiro (CAETANO et al., 2017).

Ao verificar os benefícios à saúde, o consumo regular de amêndoas e sementes comestíveis pode prevenir o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ALVES et al., 2016) e dessa forma as amêndoas de baru podem ser incluídas na dieta. Além disso, Araújo et al. (2017) verificaram que a farinha da amêndoa de baru reduziu o tecido adiposo e a gordura visceral em ratos obesos, enquanto Sousa et al. (2018) verificaram que o consumo de amêndoas de baru, aproximadamente 20 g, em uma dieta normocalórica foi eficiente na redução da circunferência abdominal e melhorou os níveis de HDL-C em mulheres com sobrepeso e obesas.

2.3 Qualidade lipídica das amêndoas de baru

Amêndoas de baru apresentam elevado teor de óleo extraído artesanalmente por prensagem mecânica em cooperativas. Esse subproduto da amêndoa apresenta importância comercial, social e de exportação. A farinha desengordurada da amêndoa pode ser destinada para elaboração de ração animal (SIQUEIRA; PACHECO; NAVES, 2015).

Siqueira et al. (2016) encontraram um índice de acidez no óleo da amêndoa do baru baixo e similar aos óleos comercializados processados e refinados, demonstrando que o óleo do baru apresenta alta qualidade. Esse índice é um parâmetro importante para analisar a qualidade de óleos utilizados na culinária local e no estado bruto.

O índice de peróxido foi quantificado por Siqueira et al. (2015), para avaliar a qualidade do óleo do baru extraído à frio, que encontraram valores que se enquadraram

na legislação (1,61 meq O₂ kg⁻¹ óleo) tendo como parâmetro a RDC n°207 de 2005 que propõe um máximo de 15 meq kg⁻¹ (BRASIL, 2005).

Alves et al. (2016) caracterizaram oleaginosas do Cerrado quanto ao perfil de ácidos graxos e verificaram em amêndoas de baru uma quantidade maior que 50% de monoinsaturados. Segundo Siqueira et al. (2016) o óleo do baru pode contribuir com 50% de ácido oleico e quantidades razoáveis de linoleico, importantes para a nutrição humana. Esses ácidos não são sintetizados pelo organismo humano.

Em comparação com o perfil de ácidos graxos do amendoim, a castanha do baru apresenta perfil semelhante (ALVES et al., 2016). Siqueira et al. (2016) verificou ao analisar o perfil de ácidos graxos do óleo do baru predominância do ácido oleico (49,2%) seguido de ácido linoleico (27,3%).

O consumo dos alimentos com alta quantidade de ácidos graxos monoinsaturados e baixa de saturados, estão relacionados com a redução dos riscos de doenças cardiovasculares (ALVES et al., 2016). Reis et al. (2018) analisando a amêndoa torrada de baru observaram predominância de ácidos graxos monoinsaturados, seguido dos poli-insaturados, sendo o oleico o mais predominante naquele e o linoleico nesse.

O consumo da amêndoa torrada de baru pode ser estimulado, visto que apresenta na composição nutrientes importantes, compostos bioativos e ácidos graxos essenciais para o organismo humano, podendo contribuir com a saúde da população e estimular o comércio da região.

A utilização de tratamento térmico, como a secagem, é um processo que torna o alimento susceptível a oxidação pela concentração de metais e formação de radicais livres durante o processo de desidratação (HUR; PARK; JOO, 2007), atuando diretamente na qualidade das amêndoas, pois são consideradas produtos com elevado teor lipídico.

O processo de oxidação lipídica que ocorre em óleos e gorduras é o responsável pela deterioração do produto, desencadeando odor e sabor desagradável. A oxidação lipídica envolve reações entre o oxigênio da atmosfera e os ácidos graxos insaturados dos lipídios. A oxidação ocorre em três etapas, sendo elas, a iniciação, a propagação e o término (FREIRE; MANCINI-FILHO; FERREIRA, 2013).

Na etapa de iniciação ocorre a retirada de um hidrogênio do ácido graxo insaturado, formando um radical livre. Na propagação, o radical livre reage com o oxigênio para formar um radical peróxido. Esse radical pode retirar hidrogênio de outros lipídeos insaturados, propagando a reação e a oxidação. A fase de terminação ocorre

quando os radicais livres reagem entre si produzindo produtos inativos para dar continuidade a reação em cadeia (ANDREO; JORGE, 2006).

Os processos oxidativos que ocorrem durante o armazenamento de alimentos com elevada quantidade de lipídios na composição, como as amêndoas, podem ser desencadeados pela presença de luz, calor, oxigênio, pH, enzimas. Necessário minimizá-los e/ou eliminá-los, a fim de preservar a vida útil do alimento, prevenindo/diminuindo a ocorrência da oxidação (RAMALHO; JORGE, 2006). De acordo com Soares et al. (2012) armazenamento em filmes inadequados às características dos alimentos podem favorecer processos oxidativos, desencadeando produtos indesejáveis, e dessa forma reduzindo a vida de prateleira (SOARES et al., 2012).

2.4 Qualidade nutricional e bioativa das amêndoas de baru

As amêndoas de baru apresentam taninos e ácido fítico que são considerados fatores antinutricionais encontrados em quantidades superiores aos de outros frutos do Cerrado como o pequi, a mangaba, ocajuzinho e a gabioba que apresentam valores entre 0,8 e 3,0 mg de ácido fítico 100g^{-1} e entre 25,1 a 73,3 mg de ácido quercitânico 100g^{-1} (MARIN et al., 2009).

O ácido fítico também apresenta propriedades benéficas, considerado agente antioxidante, sendo importante conhecer os mecanismos deste agente, a fim de que os efeitos benéficos sobreponham os deletéricos (MOREIRA et al., 2012). É também chamado de Mioinositolhexapofórico com massa molecular de 660g mol^{-1} e fórmula molecular de $\text{C}_6\text{H}_{18}\text{O}_{24}\text{P}_6$ (DANELUTI; MATOS, 2013). É um composto relativamente complexo que apresenta seis grupos fosfatos e doze hidrogênios dissociáveis (BURGOS-LUJÁN; TONG, 2014).

As variações que podem ocorrer nos teores de ácido fítico em uma mesma espécie de diferentes localidades podem ser decorrentes da quantidade de fósforo presente no solo, do pH, que quanto mais próximo da neutralidade, maior o teor de ácido fítico, da variabilidade genética e das condições climáticas (MOREIRA et al., 2012). A ampla utilização de fertilizantes solúveis no solo, geralmente na forma de sais, irá favorecer o processo de síntese destes fitatos nos grãos (SILVA et al., 2011).

O ácido fítico age como um fator antinutricional em virtude da sua capacidade de se ligar às proteínas, ao amido e minerais e atuar impedindo a digestão desses nutrientes.

Entretanto, diversos fatores podem influenciar na complexação dos fitatos, como o tipo de proteína da dieta, a concentração de minerais e do próprio fitato (COZZOLINO, 2007).

A adoção de uma dieta balanceada e equilibrada mesmo com presença de fitatos contrabalança os efeitos nocivos da ingestão deste antinutriente pela presença de ácido ascórbico, ácidos orgânicos e outros que competirão como o ácido fítico pela ligação com os minerais (FUSTER et al., 2017).

Segundo Bressani et al. (1982) os efeitos nocivos dos taninos em uma dieta podem ser considerados pequenos, visto que influenciam em torno de 7% a digestibilidade de proteínas. Entretanto há alguns indícios de que em concentrações elevadas podem estar relacionadas ao câncer esofágico (SINGLETON; KRATZER, 1973).

Damiani et al. (2013) verificaram que os teores de taninos reduziram após torrefação em amêndoas de pequi torradas, possivelmente devido à perda de umidade e hidrólise de taninos condensados, de difícil quantificação pela metodologia utilizada.

O tratamento térmico de torrefação é importante para realçar características nos alimentos, sejam elas físicas, químicas e sensoriais. Neste processo há uma redução da umidade, aumentando a vida útil do produto e propiciando maior estabilidade e redução dos fatores antinutricionais (DAMIANI et al., 2013; SILVA; FERNANDES, 2011). Segundo Castro et al. (2017) o tratamento térmico aplicado para fins de redução do teor de água dos alimentos e conservação, denominado secagem, leva a degradação dos componentes termosensíveis. Essa operação é utilizada para obtenção de produtos com maior qualidade e menor tempo de processamento (CASARIN et al., 2016).

Lemos et al. (2012) identificaram oito compostos fenólicos na amêndoa de baru: ácido p-cumárico, ácido elágico, ácido cafeico, hidroxibenzóico, catequina, ácido ferúlico, epicatequina e ácido gálico, sendo este último predominante em todas as amostras de amêndoas com valores que variaram entre 66,7 224,0 e mg 100 g⁻¹. Esses autores verificaram que aproximadamente 50% do teor total fenólico e 90% da atividade de eliminação de radicais livres (DPPH) estavam presentes na casca de noz do baru e que a torrefação da amêndoa reduziu a inibição do DPPH.

O consumo de amêndoas de baru pode proteger o organismo contra dano oxidativo causado pela suplementação com ferro, com resultados positivos *in vivo*, então o consumo desta parece proteger o coração e os demais tecidos contra o estresse oxidativo induzido por dietas ricas ou suplementadas com ferro (MARIN, 2012).

2.5 Armazenamento x embalagem

Após a colheita as sementes (amêndoas) continuam com o metabolismo ativo e por conterem lipídeos em sua composição podem sofrer processos de oxidação lipídica, sendo importante observar as características do alimento para escolher a embalagem ideal (LORINI et al., 2018) para evitar esse tipo de degradação durante o armazenamento.

Estudos sobre o tipo ideal de embalagem para conservação de sementes vegetais é de extrema importância, pois se faz possível conhecer o melhor método de armazenamento, a fim de que não haja modificações nas características químicas (DONADON et al., 2015).

As sementes possuem natureza higroscópica, ou seja, apresentam a capacidade de absorver ou perder água conforme o ambiente (AZEVEDO et al., 2003). A temperatura e a umidade relativa do ar modificam diretamente o grau de umidade das sementes *in natura*, visto que apresentam caráter higroscópico (REIS, 2019).

A utilização de embalagens com baixa permeabilidade ao vapor de água possui efeito preventivo ao envelhecimento e às possíveis alterações nas características físico-químicas das sementes (MENDANHA, 2014), impedindo modificações na umidade (MANTILLA et al., 2010; MENDANHA, 2014), auxiliando na manutenção da qualidade fisiológica e aumentando a vida útil (CARDOSO et al., 2012). A umidade relativa elevada propicia aumento da umidade da semente (REIS, 2019) favorecendo maior atividade de microrganismos, desencadeando processo de deterioração e, por consequência, a queda da qualidade (SILVA et al., 2010).

Há inúmeros materiais de embalagens, como vidro, metal e plástico. As embalagens plásticas apresentam as maiores vantagens quanto à versatilidade e ao custo, o que pode ter contribuído para serem as mais utilizadas no mercado atual (SOUSA et al., 2012).

As sementes, quando armazenadas em embalagens permeáveis ao vapor de água, podem sofrer variação no teor de umidade, conforme a umidade relativa do ar do ambiente em que se encontram. As semipermeáveis apresentam alguma resistência às trocas com o ambiente, mas não impedindo completamente as alterações. Enquanto os impermeáveis não sofrem influência do ambiente do local de armazenamento, reduzindo também a quantidade de oxigênio disponível (BAUDET, 2003).

A utilização de embalagens impermeáveis ou que impeçam as trocas de vapor de água das sementes com o ambiente externo (metalizadas), auxiliam evitando que haja um aumento no grau de umidade, nas reações bioquímicas e deterioração (CARDOSO et al.,

2012). Cardoso et al. (2012) observaram que a embalagem metalizada proporcionou melhor preservação da qualidade fisiológica das sementes de cambre.

O teor de umidade é um fator importante para avaliar e dessa forma prevenir a degradação de amêndoas, visto que influencia na rancificação hidrolítica, alteração de textura e teor de sólidos solúveis (REIS et al, 2019). Entretanto, o processo de degradação do alimento é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características das sementes (CARDOSO et al., 2012).

Reis et al. (2019) analisando amêndoas de baru *in natura* armazenadas em diferentes embalagens, observaram que a utilização da embalagem de PP (polipropileno) favoreceu ao menor ganho de massa das amêndoas durante o armazenamento de 42 dias, entendendo que a embalagem apresentou menor permeabilidade ao vapor de água.

A utilização de embalagens semipermeável PET e impermeável PET no armazenamento de sementes de pitombeira, mantiveram os teores de água das sementes próximos aos originais, podendo ser armazenadas por até 25 dias em ambiente de laboratório ($28\pm 5^{\circ}\text{C}$; 56% UR) (SENA et al., 2016).

Dependendo do filme utilizado além de barreira ao vapor de água ele pode apresentar barreira ao oxigênio e à luz. Segundo Coltro; Buratin (2004) as propriedades de barreira ao oxigênio e luz evitam trocas gasosas e o processo de oxidação.

Portanto, a escolha ideal de embalagem para armazenamento de alimentos é fundamental, visto que é possível prevenir diversas alterações que levariam à deterioração de nutrientes e à perda comercial de produto.

2.6 Compostos bioativos

Nas últimas décadas a população mundial está em busca de alimentos com altas propriedades nutritivas, como elevadas quantidades de vitaminas, compostos fenólicos com capacidade antioxidante e antocianinas, capazes de promover saúde (HENRIQUE et al., 2016).

Alimentos como frutas e hortaliças são importantes fontes de nutrientes para o organismo, auxiliando em inúmeras funções e fornecendo compostos bioativos. Esses alimentos podem auxiliar na redução dos radicais livres, no controle metabólico e fornecer vitaminas e minerais (SOARES; SÃO JOSÉ, 2013).

As plantas apresentam mecanismos de defesa contra agentes físicos, químicos e biológicos, os quais durante o desenvolvimento, podem ser associados a presença de compostos bioativos (REIS; SCHMIELE, 2019). Os polifenóis por serem metabólitos

secundários das plantas, geralmente, estão envolvidos na defesa desses organismos contra agressões oriundas de patógenos e radiação ultravioleta (CARAZIN et al., 2014) sendo reconhecidos cientificamente pelo seu potencial antioxidante (STORCK et al., 2013).

Os polifenóis mais comuns na alimentação humana não são os mais ativos no organismo por apresentarem baixa biodisponibilidade, sendo pouco absorvidos pelo intestino, metabolizados altamente ou rapidamente eliminados (SCORSATTO et al., 2017). Geralmente, são associados ao mecanismo de adaptação e resistência da planta ao meio ambiente, mas são necessários mais estudos a fim de identificar o potencial funcional de cada alimento (ROCHA et al.; 2011).

Os compostos fenólicos, geralmente, presentes no reino vegetal apresentam inúmeras funções na fisiologia da planta. Participando nas relações ecológicas do vegetal com o meio ambiente, assim como atuando na proteção da planta contra radiação UV, insetos, herbívoros e patógenos, auxiliando também no crescimento da planta e na germinação de sementes. A diversidade na concentração destes compostos na planta varia conforme o ambiente em que se encontram (DONADUZZI et al., 2003).

Os taninos apresentam peso molecular relativamente elevado e são solúveis em água, formando complexos fortes com proteínas e outros polímeros. Flora rica nestes componentes são utilizadas na medicina tradicional para tratamento de feridas e poder antisséptico, já que possuem capacidade de se precipitar com proteínas das células superficiais das mucosas e tecidos, formando uma camada de proteção, impedindo o crescimento microbiano (DIAS; SOUZA; ALSINA, 2011).

A capacidade dos taninos em se ligarem a proteínas e outros biopolímeros, de modo praticamente irreversível, é responsável pela sua capacidade adstringente. Entretanto, não há um método preciso que seja capaz de identificar a quantidade exata de taninos no tecido vegetal, mas através dos métodos disponíveis é possível utilizar os resultados para comparação (GODOY et al., 1997).

Em um sistema biológico há diversas fontes de antioxidantes como, enzimas, moléculas (albumina, ferritina, ácido ascórbico, carotenoides e polifenóis) e alguns hormônios (estrogênio e melatonina) (SHARMA; SINGH, 2013). Tanto os fenóis totais, quanto os carotenoides apresentam propriedades antioxidante, atuando na defesa antioxidante do organismo (WATANABE et al., 2011). Os polifenóis possuem grande utilização nos setores industriais, como farmacêutico, curtimento de pele, corante, adesivos para madeiras e derivados (TRUGILLHO et al., 1997).

Em alimentos processados há inúmeros fatores que afetam a biodisponibilidade de compostos bioativos, como a temperatura, a exposição a luz e ao oxigênio e pH do meio, os quais apresentam forte influência em diversos elementos como vitaminas (DIONISIO et al., 2016). Sendo necessário controlar esses fatores durante o processamento para promover manutenção da qualidade do alimento.

Há diversos métodos para verificar a atividade antioxidante de alimentos, entretanto os compostos com capacidade antioxidantes se concentram, preferencialmente, no extrato mais polar (etanol), enquanto os apolares não apresentam atividade significativa antioxidante (SILVÉRIO et al., 2013). Importante a escolha correta do solvente que será utilizado na extração, visto que irá influenciar o tipo de composto que será extraído (CARAZIN et al., 2014).

É possível a utilização de diversos solventes para a extração dos taninos nos vegetais, como água, acetona e etanol. Os agentes tânicos podem ser classificados como hidrolisáveis e condensados (GONÇALVES; LELIS, 2001). E por atuarem como antioxidantes, são moléculas que irão atuar na estabilização dos radicais livres (PAIVA et al., 2002).

A utilização de ácido tânico como padrão é interessante, visto que é um tanino hidrolisável e apresenta capacidade de caracterizar os taninos totais pelo método de espectrofotométrico, considerado excelente método para extração de taninos totais (DIAS et al., 2011).

A presença de compostos fenólicos nos alimentos agrega grande potencial benéfico à saúde, como ação anti-inflamatória, anti-infecciosa e efeitos de proteção do organismo contra o estresse oxidativo, associado ao desenvolvimento de doenças como câncer, doenças cardiovasculares e degenerativas (DEL RIO et al., 2013).

Santiago et al. (2018) analisando a casca, polpa e amêndoa crua e torrada do baru evidenciaram que embora a amêndoa apresente alto conteúdo de compostos fenólicos, a amêndoa crua apresentou aproximadamente mais de 50% a mais de fenólicos do que a torrada. Enquanto, para Santiago et al. (2018) o processo de torrefação provocou uma redução de 34% no conteúdo fenólico da amêndoa. Evidencia-se que a torrefação provoca uma redução neste composto.

Silva et al. (2019) mostraram que houve grande atividade antioxidante na farinha do fruto de baru, concluindo que o tratamento térmico utilizado no processamento conferiu vantagens em relação a capacidade antioxidante.

O método de utilização de redução do radical DPPH, de coloração púrpura, consiste na mudança de coloração para amarelo, quando o radical recebe um elétron ou um radical hidrogênio, ficando estável. Ressaltando que o menor IC50 indica uma maior atividade antioxidante, já que foi necessária uma menor quantidade de extrato para reduzir 50% do radical livre DPPH (PALIOTO et al., 2015).

Siqueira et al. (2012) analisando o efeito protetivo da amêndoa de baru no combate ao estresse oxidativo induzido pela suplementação de ferro em ratos, observaram que o efeito antioxidante da amêndoa no estudo pode ser decorrente dos altos níveis de fenóis e ácido fítico.

Os polifenóis, como os taninos, são em alguns casos considerados agentes antinutrientes, visto que detém a capacidade de formar complexos, principalmente, com as proteínas e diminuindo a digestibilidade delas (NAVES et al., 2010). O nome tanino é derivado do curtimento da pele animal em couro, devido a ação adstringente de retirar água dos interstícios das fibras, contraindo os tecidos orgânicos moles e impedindo a putrefação. Em geral são obtidos por meio de madeiras, casca de muitas folhosas e casca de algumas coníferas (GONÇALVES; LELIS, 2001).

Variações no padrão alimentar são responsáveis pelas diferenças de fitatos e minerais no consumo. A influência dos fitatos na biodisponibilidade dos minerais, deve-se a interação entre eles. Os minerais ferro, zinco e cálcio, geralmente, carecem nas dietas humanas, seja pela não ingestão em quantidades adequadas ou pela má absorção (MA et al., 2007). Vojtísková e Krácmar (2013) enfatizaram que os fitatos reduzem o valor nutricional de vegetais quando presentes em alta quantidade.

Essa complexação com os minerais diminui a absorção intestinal e a biodisponibilidade deles para o organismo humano, porque não são fornecidos com quantidades suficientes de fosfatases endógenas (fitases) que são capazes de liberar os minerais da estrutura dos fitatos (DE PAULA et al., 2018).

Em um estudo de Ma et al. (2007) sugeriram que o fitato apresentou pouca influência na biodisponibilidade de zinco na maioria dos residentes nas grandes cidades da China. Enquanto os residentes rurais apresentaram taxas de fitato:zinco molar acima do nível crítico, sugerindo que o fitato poderia apresentar risco de biodisponibilidade de zinco na dieta de moradores nas áreas rurais da China, devido ao maior consumo de grãos de cereais, leguminosas e tubérculos.

Silva et al. (2011) observaram que o gergelim preto possui teores elevados de fitatos, quando comparado ao gergelim creme, além de apresentar propriedades

funcionais relacionados a atividade antioxidantes. Galão et al. (2014) analisando os níveis de ácido fítico em sementes de soja geneticamente modificadas de Londrina e Ponta Grossa (Brasil) concluíram que os teores de ácido fítico em muitas plantas é completamente degradado após tratamento térmico a 50°C, pH 5, durante 200 minutos.

O fitato (IP6) em uma dieta balanceada, acarreta inúmeros benefícios à saúde, como a capacidade de inibir calcificações patogênicas, antioxidante e prevenindo alguns tipos de câncer. Em um ambiente de pH fisiológico (aproximadamente 6 e 7) o fitato é carregado negativamente, e como ainda não foram descobertos quais são os transportadores transcelulares, é pouco provável que ele seja capaz de atravessar a camada lipídica das membranas celulares, sendo assim a absorção intestinal deste deve ser através de mecanismo passivo de via paracelular (FUSTER et al., 2017).

A atividade antioxidante dos flavonoides (bioativos do grupo dos polifenóis) podem não ser decorrente somente da eliminação dos radicais livres, como também pela quelação com metais (BOLANHO; BELÉIA, 2011). Assim como ocorre com o ácido fítico presente nos alimentos, além de poder atuar como um antioxidante, pode destacar-se como um fator antinutricional quelando minerais e prejudicando a absorção no organismo (DE PAULA et al., 2018).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na qualidade de amêndoas torradas de baru.

3.1 Objetivos específicos

- Avaliar o efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento na qualidade lipídica das amêndoas torradas;
- Avaliar o efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento no perfil de ácidos graxos presentes na fração lipídica das amêndoas torradas;
- Avaliar o efeito da embalagem e do tempo de armazenamento na retenção de compostos bioativos presentes nas amêndoas torradas;
- Determinar o tempo de armazenamento recomendado para castanhas de baru torradas em função do tipo de embalagem.

4 METODOLOGIA

4.1 Matéria-prima

Frutos de baru foram coletados no município de Campo Grande, MS e imediatamente transportados para a Unidade de Tecnologia de Alimentos da UFMS. Os frutos foram acondicionados em sacos de rafia de 60kg, dispostos em estrados de polietileno, espaçados 20 cm da parede, e armazenados em ambiente de laboratório por 4 meses ($30^{\circ}\text{C}\pm 1,35$ média de temperatura e $60\%\pm 1,66$ UR do ar durante o armazenamento dos frutos).

4.2 Torrefação e armazenamento das amêndoas

Os frutos foram selecionados manualmente, eliminando-se os deteriorados. As amêndoas foram obtidas por meio de quebrador manual que exerce pressão no pericarpo até ruptura do endocarpo. As amêndoas foram selecionadas, eliminando-se as deterioradas por pragas ou microrganismos e separadas das cortadas, quebradas e esmagadas. As amêndoas íntegras, *in natura*, foram homogeneizadas em homogeneizador Medina®.



Figura 4. Amêndoas em homogeneizador.

Fonte: Autor.

As amêndoas íntegras foram submetidas à torrefação em forno elétrico a 200°C por 15 minutos e acondicionadas em diferentes embalagens com capacidade de 250g:

- Embalagem flexível de polipropileno PP (controle), permeável ao vapor de água e à luz, com espessura de 0,02mm.

- Embalagem multifoliada flexível de polipropileno biorientado (PP+BOPP), impermeável ao vapor d'água e ao oxigênio com 0,03mm.

- Embalagem flexível impermeável ao vapor d'água, oxigênio e à luz multifoliada de polipropileno, polietileno, polietileno teraftalato e metalizada (PP+PE MET+ PET) com 0,04mm.

As embalagens foram seladas em seladora com pedal (irmãos Habib) e acondicionadas em laboratório. As amêndoas torradas e acondicionadas em diferentes embalagens foram avaliadas aos 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias, em três repetições, tomadas ao acaso, avaliadas em triplicata quanto ao teor de umidade, acidez em álcool solúvel, índices de acidez, peróxido e iodo do óleo, perfil de ácidos graxos, teores de fenóis totais, taninos e ácido fítico. A capacidade antioxidante também foi avaliada.

A temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento das amêndoas torradas foram monitoradas por meio de um termohigrógrafo TFA Germany.

4.3 Análises físico-químicas

4.3.1 Teor de umidade

O Teor de umidade foi avaliado em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

4.3.2 Acidez em álcool solúvel

A acidez em álcool solúvel da amêndoa, expressa em mL de solução molar de NaOH 100g⁻¹, foi determinada por meio da titulação da amostra com hidróxido de sódio 0,01M até coloração rósea persistente (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

4.3.3 Extração do óleo

As sementes foram trituradas em moinho (Tecnal/ TE-631) e aproximadamente 100 g foram transferidas para cartucho de papel de filtro (J.Prolab/ 205µm) amarrado com barbante. A extração foi realizada a frio com éter de petróleo (30-50°C) por meio da imersão das amostras em béquer (razão de 1:10 de semente triturada: solvente) revestido com filme de policloreto de vinila. Após 24h, o cartucho foi removido e a miscela transferida para evaporador rotativo para separação do solvente sob pressão reduzida.

4.3.4 Qualidade lipídica

Índice de acidez do óleo

O índice de acidez do óleo foi determinado pela metodologia oficial adaptada, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foi adicionado 1 a 2 g de óleo e 30 mL de solução de éter etílico e álcool etílico (1:1). O produto foi agitado até a completa diluição do óleo. Em seguida foi acrescentado três gotas de solução alcoólica do indicador ácido/base fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de KOH 0,025M até o surgimento da coloração rósea, estável por 30 segundos. Os resultados foram expressos em mg KOH g⁻¹ óleo.

Índice de peróxido

Para a determinação do índice de peróxido do óleo extraído a metodologia utilizada foi descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foi adicionado cerca de 1 g de óleo, 6mL de solução de ácido acético glacial e clorofórmio (3:2) e 0,1 mL de solução saturada de iodeto de potássio, com agitação por cerca de 2 minutos. Ao produto foi acrescentado 40 mL de água destilada e 0,1 mL de solução de amido a 1%. O produto foi titulado com solução de tiosulfato de sódio a 0,01M até a mistura ficar transparente. O índice de peróxido foi expresso meq⁻¹ (kg de amostra)⁻¹.

Índice de iodo

O índice de iodo foi determinado pela metodologia oficial descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Em um erlenmeyer de 250 mL foi adicionado 0,1 g de óleo e 5 mL de clorofórmio, 20 mL de solução de Hanus ao abrigo da luz, durante uma hora, com agitação manual a cada 20 minutos. Em seguida, foi adicionado 10 mL de solução de iodeto de potássio a 10%, isenta de iodo livre, 100 mL de água destilada e 2 mL de solução de amido a 0,2%. A titulação foi realizada com solução de tiosulfato de sódio a 0,1M e agitação magnética até a mistura ficar transparente. O índice de iodo foi expresso em gI 100g⁻¹ de óleo.

4.4 Perfil de ácidos graxos das amêndoas torradas de baru

Para a análise de ácidos graxos a extração do óleo foi realizada conforme metodologia descrita anteriormente. Utilizou-se o método Hartman e Lago modificado por Maia. Após a extração, foi pesado diretamente em um tubo com rosca uma alíquota de 100 mg da amostra de lipídios e adicionados 3 mL de hidróxido de sódio 0,5 N metanólico, e a solução aquecida em banho maria a 60-70°C até ficar completamente transparentes (10-15 min). Após o resfriamento, adicionou-se 5 mL da solução esterificante (10g NH₄Cl em 300 mL metanol e 15 mL H₂SO₄) e foi aquecido por 5 minutos. Após o aquecimento foram acrescentados 4 mL de solução saturada de NaCl + 5 mL de hexano. Houve agitação por 30 segundo e repouso até a separação da fase (HARTMAN e LAGO, 1973).

Para determinação dos ácidos graxos do óleo extraído da amêndoa torrada de baru foi utilizado um Cromatógrafo gás-líquido Varian (mod. CP-3800), com coluna capilar de sílica fundida, com 30 m de comprimento x 0,25mm diâmetro interno, BPX-70 (70% Cianopropil polisilfenilsiloxano), detetor de ionização de chama (DIC) com injetor do tipo “split/splitless”. Os picos dos ácidos graxos separados foram identificados pela comparação com os tempos de retenção de padrões puros de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma) e a quantificação realizada por normalização de área, expressando os resultados em porcentagem (%). As análises foram determinadas no Laboratório de Análises de Combustíveis (LABCOM) Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

4.5 Elaboração de extrato para bioativos

O extrato para análise dos compostos bioativos em extração hidroetanólica foi realizada na proporção de 1: 5 m.m-1, fruto e álcool PA 70%.

Fenóis totais

A determinação de fenóis totais foi realizada por colorimetria de acordo com metodologia proposta por Swain e Hilis (1959), utilizando o reagente Folin-Ciocalteu. Foi elaborada uma curva de calibração com o reagente ácido gálico por meio de uma solução padrão de ácido gálico 0,5g. L-1, a partir da qual foram feitas diluições em tubos de ensaio nas seguintes concentrações: 0,025; 0,075; 0,09; 0,105 (mg.mL-1). Foi adicionado em cada tubo 2,5 ml de reagente aquoso de Folin-Ciocalteu a 10% e 2 mL de solução aquosa de carbonato de sódio a 7,5%. Os tubos foram incubados por 5 minutos,

em banho-maria a 50°C. Depois de resfriados, as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 760nm, conforme (ROESLER et al., 2007).

Taninos totais

Os taninos foram determinados por método colorimétrico, baseado na redução de fosfotungstomolibidico (Folin-Dennis) (BRASIL, 2005). Expresso em mg ácido tânico 100g⁻¹.

Ácido fítico

O teor de ácido fítico foi determinado segundo o método descrito por Latta e Eskin (1980), após a separação de fósforo orgânico do inorgânico através de coluna de troca iônica segundo método modificado de Harland e Oberleas (1977).

A reação foi realizada com reagente Wade e lida em espectrofotômetro (marca Varian, modelo Cary 50 scan) a 500 nm. O padrão espectrofotométrico foi ácido fítico (LATTA; ESKIN, 1980). Expresso os resultados em mg AF 100g⁻¹.

Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante em sequestrar radicais livres foi avaliada utilizando-se o radical estável 2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH) conforme descrito por Roesler et al. (2007) e Melo et al. (2008) a partir dos extratos obtidos na extração etanólica, preparados de acordo com Roesler et al. (2007). A capacidade de sequestrar radical livre foi expressa como percentual de inibição.

4.6 Análise estatística

O experimento foi levado a efeito utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 3 x 6, com três tipos de embalagem e 6 tempos de armazenamento.

Para as avaliações as amostras foram tomadas por 3 repetições, em triplicata e ao acaso e os dados foram analisados por meio de análise de variância. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto à relação Tratamentos x Tempo de armazenamento foram significativas procedeu-se o desdobramento das interações, analisando os fatores dentro de cada nível do outro fator. Para fins de comparação, os resultados obtidos foram convertidos para 3% de umidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento

Durante o armazenamento das amêndoas torradas a temperatura máxima se manteve estável (33,19-33,4 °C) e a mínima apresentou pequena redução, de 29 °C para 25 °C, no primeiro mês de armazenamento, enquanto a UR máxima e a UR mínima se mantiveram em aproximadamente 68 % e 50 %, respectivamente, conforme observado na Figura 5. Após esse período, as temperaturas máxima e mínima apresentaram tendência de redução até o quarto mês de armazenamento (T máxima = 16,0 °C; T mínima = 15 °C), no entanto a UR máxima do ar se manteve em aproximadamente 50-55 % e a UR mínima em 36 %. No último mês de armazenamento a temperatura aumentou em aproximadamente 5 °C e a UR do ar não se alterou.

Os resultados corroboram com o clima da região, o qual apresenta verões quentes e chuvosos, enquanto os invernos são frios e secos (NIMER, 1989). O primeiro mês de armazenamento correspondeu ao mês de março e o último ao mês de julho.

O monitoramento das condições do ar do ambiente de armazenamento é relevante, pois sementes vegetais são higroscópicas (AZEVEDO et al., 2003; DONADON et al., 2015).

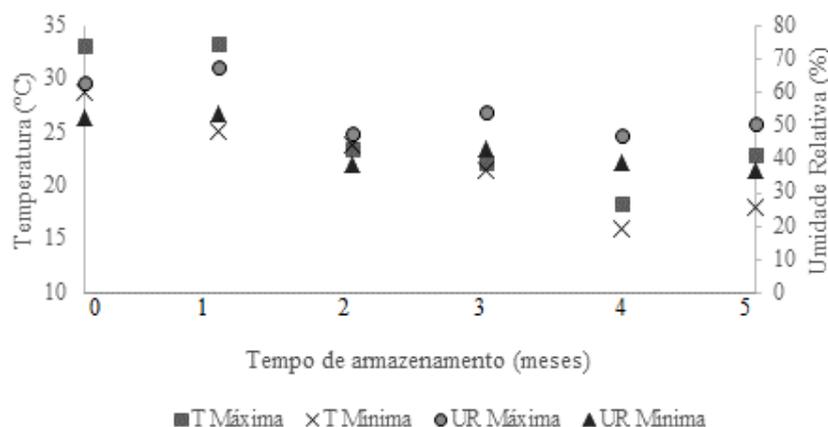


Figura 5. Temperatura e Umidade relativa do ambiente de armazenamento de amêndoas torradas de baru.

5.2 Efeito do tipo de embalagem e tempo de armazenamento na estabilidade físico-química de amêndoas torradas de baru

As amêndoas acondicionadas nas embalagens de PP apresentaram valores superiores de umidade quando comparadas com as demais, as quais não diferiram entre

si (Tabela 1). Durante o armazenamento o teor de água não se alterou nos primeiros 60 dias de armazenamento, mas após esse período apresentou tendência de aumento mantendo estável até o final (Tabela 1).

Tabela 1. Teor de umidade, acidez, índice de acidez, índice de peróxido e índice de iodo da amêndoa torrada de baru em função da temperatura e do tempo de armazenamento

Embalagens	Umidade*	Acidez	Índice de acidez	Índice de Peróxido	Índice de iodo
PP	3,95a	1,29ab	0,68a	28,79 ^a	32,38b
PP+BOPP	3,58b	1,32a	0,71a	29,94 ^a	32,86b
PP+PET MET+PE	3,49b	1,23b	0,59b	21,50b	34,94a
Teste F	26,99*	4,60*	5,49*	13,06*	5,46*
Tempo (dias)					
0	3,33b	1,31b	0,49c	39,50 ^a	34,1ac
30	3,28b	1,09c	0,52c	38,16 ^a	35,08ad
60	3,33b	0,96d	0,62bc	32,09 ^a	32,57bcd
90	3,97a	1,55 ^a	0,62bc	17,82b	30,64bc
120	4,07a	1,34b	0,69b	14,05b	30,83bc
150	4,08a	1,43ab	1,01 ^a	18,85b	37,15a
Teste F	35,84*	43,14*	24,6*	38,90*	9,51*
Tratamento x tempo	2,13*	4,65*	1,19 NS	7,84*	4,85*
CV (%)	6,54	3,12	9,09	17,09	4,07

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não difere entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,01$). *Cálculo, amostra com 3% de umidade. PP: Polipropileno; PP+BOPP: Polipropileno biorientado; PP+PET MET+PE: Polipropileno, polietileno tereftalato metalizado e polietileno. Umidade ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$); Acidez ($\text{mL de solução M } 100 \text{ g}^{-1} \text{ v/m}$); Índice de acidez (mg KOHg^{-1}); índice de peróxido ($\text{meq O}_2 \text{ Kg}^{-1}$); índice de iodo ($\text{g I } 100 \text{ g}^{-1}$).

Segundo Harrington (1973) o conteúdo de água para armazenamento seguro de oleaginosas é de 4-9 %. Apesar das embalagens de PP apresentarem médias superiores de teor de água ao longo do armazenamento, todas as embalagens mantiveram o teor de água abaixo de 9 %, logo indicando que a secagem foi efetiva.

O desdobramento das interações significativas (Tabela 2) revelou que o teor de água só foi inferior nas amêndoas das embalagens PP+BOPP e PP+PET MET+PE aos 60 dias e 90 dias de armazenamento.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas tratamentos x tempos obtidas para umidade, índices de acidez, de peróxido e de iodo de amêndoas torradas de baru acondicionadas em diferentes embalagens.

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
Umidade						
PP	3,35bA	3,57bA	3,79abA	4,35aA	4,31aA	4,34aA
PP+BOPP	3,26bcA	3,18cA	3,12cB	3,87abB	4,16aA	3,88aA
PP+PET MET+PE	3,38bcdA	3,10bdA	3,06dB	3,68abcB	3,73adA	4,01a A
Acidez em álcool						
PP	1,47aA	1,24abA	0,95bA	1,50aA	1,28aA	1,34aA
PP+BOPP	1,40aA	0,98bA	0,96bA	1,68aA	1,48aA	1,45aA
PP+PET MET+PE	1,08Bb	1,07bA	0,96bA	1,50aA	1,26abA	1,50aA
Índice de acidez						
PP	0,57bA	0,54bA	0,71abA	0,61abA	0,71abA	0,95aA
PP+BOPP	0,49bA	0,49bA	0,64bA	0,67bA	0,82abA	1,13aA
PP+PET MET+PE	0,40bA	0,54bA	0,52bA	0,58bA	0,55bA	0,94aA
Índice de Peróxido						
PP	56,39aA	31,13bcA	34,55cA	19,80bcA	14,84bA	16,06bA
PP+BOPP	31,66abB	44,30aA	44,88aA	16,91bA	18,85bA	23,05bA
PP+PET MET+PE	30,44abB	39,05aA	16,84bcB	16,76bcA	8,46cA	17,43bcA
Índice de iodo						
PP	34,97aA	36,08aA	33,33aA	28,71aA	28,90aA	32,31aB
PP+BOPP	32,91aA	34,84aA	34,49aA	31,22aA	28,20aA	35,51aB
PP+PET MET+PE	34,41bA	34,32bA	29,90bA	32,00bA	35,40bA	43,70aA

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas linhas e de pelo menos uma letra maiúscula nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Umidade: %; Acidez: mL de solução N 100g⁻¹ v/m; Índice de acidez: mg KOH g⁻¹; índice de peróxido: meq O₂ Kg⁻¹; índice de iodo: gI 100g⁻¹. PP: Polipropileno; PP+BOPP: Polipropileno biorientado; PP+PET MET+PE: Polipropileno, polietileno tereftalato metalizado e polietileno.

A tendência de aumento no teor de água durante o armazenamento (Tabela 1), que foi superior nas embalagens de PP, pode ser explicada pela higroscopicidade das sementes e maior permeabilidade ao vapor d'água nesta embalagem, que favorece trocas de água com o ambiente. Quando ocorre transferência de água do ambiente para a semente, o fenômeno é designado como adsorção (ALMEIDA et al., 2013).

A umidade é um fator importante na análise de alimentos, visto que está diretamente relacionada à estabilidade físico-química, crescimento microbiológico e vida útil. É um parâmetro que pode ser verificado para prevenir a degradação das amêndoas pois está relacionado à rancificação hidrolítica dos lipídeos além de influenciar na textura e no teor de sólidos solúveis (REIS et al., 2019).

Lima et al. (2010) encontraram valores de umidade para amêndoa de baru torradas de $3,23 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, similares aos obtidos no presente estudo, enquanto Freitas e Naves (2010) encontraram valores superiores, equivalente a $4,83 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, possivelmente pela ausência de tratamento térmico que favorece a transferência de água para o ambiente.

As embalagens diferiram entre si quanto à acidez titulável (AT). As amêndoas acondicionadas em filme de PP+PET MET+PE apresentaram menores valores (Tabela 1). De acordo com o desdobramento das interações significativas, a acidez foi menor nas amêndoas acondicionadas nas embalagens PP+PET MET+PE no início do armazenamento (0 dias), nos demais tempos, não diferiram entre si (Tabela 2). Em relação ao tempo de armazenamento, os valores da acidez das amêndoas foram inferiores aos 30 dias de armazenamento e superiores aos 90 dias, mas após 120-150 dias foram semelhantes aos encontrados no início do armazenamento (Tabela 1).

Belmiro et al. (2010) observaram aumento na acidez em sementes de abóboras durante o armazenamento e atribuíram à degradação nos lipídeos, provocando formação de ácidos graxos livres. Essa tendência não foi observada neste trabalho (Tabela 1).

Masetto et al. (2013) analisaram a qualidade de sementes de crambe acondicionadas em embalagens plásticas, transparente, inflexível e impermeáveis em ambiente refrigerado, verificaram que essas embalagens associadas à refrigeração proporcionaram manutenção do vigor das sementes. Relataram que essa tecnologia é eficiente e pode ser utilizada na manutenção da qualidade de sementes.

Ao avaliar a estabilidade das amêndoas torradas por meio dos resultados obtidos para índices de acidez (Tabela 1) verificou-se que as amêndoas acondicionadas em embalagens PP+PET MET+PE apresentaram menores valores de acidez do óleo, ao longo

do armazenamento ($p \leq 0,05$), indicando melhor preservação da qualidade dos lipídeos da amêndoa, podendo ser decorrente da baixa permeabilidade da embalagem ao vapor de água, oxigênio e à luz. Entretanto verificou-se efeito do tempo de armazenamento na qualidade lipídica, com aumento do índice de acidez a partir dos 120 dias de armazenamento para todas as embalagens testadas (Tabela 1), indicando degradação do óleo após esse período. Nos diferentes tempos avaliados, as embalagens não diferiram entre si quanto ao teor de acidez do óleo das amêndoas (Tabela 2).

O processo de degradação de um alimento é inevitável, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características das sementes (CARDOSO et al., 2012). Diante dos resultados apresentados para acidez do óleo, que segundo o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) determina o estado de conservação do óleo (IAL, 2008), a utilização da embalagem PP+PET MET+PE foi mais eficaz para preservação das amêndoas torradas por até 120 dias ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Os lipídeos podem sofrer oxidação induzido pela ação da luz ou altas temperaturas (IAL, 2008).

As amêndoas presentes nas embalagens PP e PP+BOPP apresentaram maiores valores de índice de peróxido, indicando maior oxidação lipídica ($p \leq 0,05$) (Tabela 1). Ao avaliar o efeito do tempo de armazenamento, verificou-se que a oxidação lipídica foi superior nos primeiros 60 dias de armazenamento, que pode ser explicada pelo processo de iniciação e propagação da oxidação lipídica, etapas com intensa produção e propagação de radicais livres (Tabelas 1 e 2). Após esse período, diminuiu (Tabelas 1 e 2), redução explicada pelo início da etapa de terminação da oxidação (SEVANI; HOCHSTEIN, 1985).

Segundo a resolução RDC nº 270 de 2005 que dispõe sobre a qualidade técnica de óleos e gorduras, o índice de acidez para o azeite de oliva deve alcançar o máximo de $1 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ em ácido oleico, comparando este valor com os resultados obtidos, o óleo da amêndoa do baru se enquadrava no limite estabelecido pela legislação. Sendo que para o índice de peróxido, a mesma legislação preconiza o máximo de 15 meq kg^{-1} , logo, então o óleo do baru está acima do recomendado para azeite de oliva. Entretanto, não há especificação técnica na legislação sobre a qualidade de óleo de baru, amendoim e demais sementes comestíveis, sendo assim não é possível afirmar que durante o armazenamento das amêndoas de baru torradas, elas mostraram-se inadequadas para consumo.

Donadon et al. (2015) analisando o armazenamento de sementes de crambe em diferentes embalagens e ambientes, uma oleaginosa para produção de biodiesel, verificaram que o índice de peróxido apresentou um aumento linear ao longo do tempo,

sinalizando degradação e oxidação do óleo. Diferente do observado neste estudo em que o índice de peróxido diminuiu com o tempo em todas as embalagens, com menores médias para a PP+PET MET+PET após 60 dias de armazenamento (Tabelas 1 e 2), indicando que foi mais eficiente na redução da degradação do óleo, com valores que se aproximaram do preconizado pela legislação no período de 90 a 150 dias.

Siqueira et al. (2016) analisando o óleo de baru de amêndoas *in natura* encontraram valores de índice de acidez 0,28 mg KOH g⁻¹ e de peróxido 1,61 meq O₂ Kg⁻¹, inferiores aos obtidos para o óleo extraído da amêndoa torrada (Tabela 1), possivelmente devido à operação de torrefação em elevada temperatura.

Os valores do índice de iodo foram superiores no óleo das amêndoas acondicionadas em embalagens PP+PET MET+PE quando comparados com os obtidos das demais embalagens (Tabela 1). Verificou-se que as médias dos valores variaram entre 30,64 g 100 g⁻¹ e 35,08 g 100 g⁻¹ no período de 120 dias, apresentando pequeno aumento após esse período (37,15 g 100 g⁻¹) (Tabela 1), mas o desdobramento das interações significativas revelou que essa ocorrência aconteceu no óleo das amêndoas acondicionadas em embalagens impermeáveis ao vapor d'água e à luz (PP+PET MET+PE) (Tabela 2).

O índice de iodo mensura o grau de insaturação presente no óleo (IAL, 2008), ou seja, quanto maior o grau de insaturação maior será a capacidade de absorver iodo e conseqüentemente, maior o índice de iodo, indicando que o óleo das embalagens (PP+PET MET+PE) apresentaram maior insaturação, logo houve maior preservação das amêndoas armazenadas nessa embalagem, demonstrando que o processo oxidativo foi menor, preservando a qualidade desse alimento.

Siqueira et al. (2016) demonstraram um valor de 72,9g I g 100 g⁻¹ em óleo do baru cru, valores superiores aos encontrados no óleo das amêndoas torrada (Tabela 1). Donadon et al. (2015) encontraram um aumento ao longo do armazenamento em sementes de cambre, com valores entre 37,8 a 48,9 mg I g⁻¹ óleo, maiores do que os obtidos no presente estudo, entretanto corroborando com o aumento observado nas amêndoas acondicionadas em PP+PET MET+PE.

Souza et al. (2018) relataram que o consumo de 20 g de amêndoa de baru em uma dieta normocalórica foi eficaz na redução da circunferência abdominal e na melhora dos níveis de HDL-C em mulheres obesas. Sendo assim, a ingestão de amêndoas de baru pode auxiliar na melhoria da saúde.

5.3 Quantificação e qualificação dos ácidos graxos presentes no óleo da amêndoa torrada

As Tabela 3 apresenta o perfil lipídico das amêndoas torradas de baru acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas por até 150 dias e a Tabela 4 é o desdobramento das interações significativas.

Os ácidos graxos encontrados em maior porcentagem nas amêndoas torradas de baru foram os ácidos oleico (C18:1n9t e C18:1n9c) e linoléico (C18:2n6c), com média geral de 24,93%, 22,45% e 29,94%, respectivamente, cujos teores não diferiram entre as embalagens (Tabela 3). Durante o armazenamento das amêndoas, os teores do ácido linoleico não se alteraram, indicando que foram preservados, enquanto os de ácido oleico (C18:1n9t e C18:1n9c) oscilaram com o tempo (Tabelas 3 e 4). Verifica-se na Tabela 3 que quando o ácido oleico C18:1n9t diminuía durante o armazenamento o C18:1n9c aumentava.

Os ácidos oleico são monoinsaturados e de acordo com Alves et al. (2016) os monoinsaturados são conhecidos por suas propriedades benéficas à saúde relacionadas com a redução dos riscos de doenças cardiovasculares (ALVES et al., 2016).

Em relação aos ácidos graxos poli-insaturados o ácido linoléico destacou-se como o principal componente, assim como encontrado por Batista dos Santos et al. (2014) em sementes de porongo (67%).

Batista dos Santos et al. (2014) relataram que quanto maior a quantidade de ácido linoléico em relação ao oléico, assim como observado no presente estudo (Tabela 3), melhor a qualidade desse óleo para evitar a formação de LDL-c.

Vera et al. (2009) analisaram as características químicas de amêndoas de baru *in natura* e encontraram uma média de 47,15 g 100 g⁻¹ para o oléico e 25,51 g 100 g⁻¹ para o linoléico, valores similares aos obtidos nas amêndoas torradas de baru (Tabela 3). Corroborando também com Siqueira et al. (2016) que encontraram predominância do ácido oleico (49,2 %) seguido de ácido linoleico (27,3 %), quantidades importantes/significativas para a alimentação humana.

1 Tabela 3. Determinação do perfil de ácidos graxos majoritários presente na amêndoa torrada do baru.

Embalagens	C16:0	C18:0	C18:1n9c	C18:1n9t	C18:2n6c	C18:3n3	C20:0	C20:1	C20:3n3	C22:0	C22:1n9	C24:0
PP	6,29 ^a	3 ^a	23,41 ^a	24,8 ^a	29,24 ^a	0,4 ^a	0,34 ^a	1,9 ^a	1,44 ^a	0,84 ^a	0,13 ^a	6,8 ^a
PP+BOPP	5,62 ^a	2,8 ^a	19,15 ^a	24,75 ^a	29,7 ^a	0,3 ^a	0,41 ^a	1,71 ^a	1,34 ^a	0,7 ^a	0,15 ^a	2,4 ^a
PP+PET MET+PE	6,33 ^a	3 ^a	24,8 ^a	25,24 ^a	30,9 ^a	0,5 ^a	0,43 ^a	1,94 ^a	1,44 ^a	2,6 ^a	0,32 ^a	5,07 ^a
Teste F	1,6 NS	0,6 NS	1,55 NS	0,008 NS	0,45 NS	1,6 NS	0,56 NS	0,71 NS	0,07 NS	1,6 NS	1,6 NS	0,7 NS
Tempo (dias)												
0	6,2 ^{ab}	3,26 ^a	49,13 ^a	0 ^b	29,8 ^a	0,11 ^b	0,85 ^a	2 ^a	0 ^b	2,7 ^a	0,24 ^a	3,43 ^a
30	7,03 ^a	3 ^a	0,23 ^b	38,75 ^a	32,2 ^a	0,38 ^{ab}	0,26 ^{bc}	1,8 ^a	2,01 ^a	0 ^a	0,07 ^a	2,3 ^a
60	6,25 ^{ab}	3,04 ^a	43,35 ^a	5,5 ^b	29,5 ^a	0,28 ^{ab}	0,67 ^a	2,2 ^a	0,9 ^{ab}	5,11 ^a	0,51 ^a	7,8 ^a
90	5,55 ^{ab}	2,9 ^a	38,9 ^a	5,61 ^b	26,2 ^a	0,26 ^{ab}	0,55 ^{ac}	1,9 ^a	2,06 ^a	0,46 ^a	0,21 ^a	3,09 ^a
120	6,62 ^{ab}	3,1 ^a	2,9 ^b	43,63 ^a	31,7 ^a	0,66 ^a	0,05 ^b	1,82 ^a	1,84 ^a	0 ^a	0,063 ^a	1,7 ^a
150	4,84 ^b	2,44 ^a	0,22 ^b	46,1 ^a	30,22 ^a	0,61 ^a	0 ^b	1,36 ^a	1,65 ^a	0 ^a	0,1 ^a	10,25 ^a
Teste F	3,03*	1,2 NS	50*	29*	1,43 NS	5,02*	16,06*	1,9 NS	6,53*	2,08 NS	2,08 NS	0,84 NS
Tratamento x tempo	1, 01 NS	0,7 NS	2,61*	1,15 NS	1,14 NS	2,41*	2,11*	0,91 NS	1,16 NS	1,43 NS	0,95 NS	1,16 NS
CV (%)	6,58	3,75	13,09	1,08	2,87	175	10,25	5,4	3,55	76	50	46,5
W6/W3**	150:1											

2 Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não difere entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05). *Cálculo, amostra com 3% de umidade. NS: não significativo.

3 PP: Polipropileno; PP+BOPP: Polipropileno biorientado; PP+PET MET+PE: Polipropileno, polietileno tereftalato metalizado e polietileno. Ácidos graxos: g 100⁻¹.

4 **OMS: w6/w3 : 5:1 a 10:1

5 Os lipídeos das amêndoas apresentaram média geral de 6,08 % de ácido palmítico
6 (C16:0) e 4,75 % de ácido lignocérico (C24:0). Esses ácidos também não diferiram entre as
7 embalagens, mas durante o armazenamento verificou-se que os valores de ácido palmítico
8 oscilaram com o tempo e que os de ácido lignocérico não se alteraram (Tabelas 3 e 4).

9 Em menores proporções e considerando o intervalo entre 0,3 a 4,0 % as amêndoas
10 apresentaram os seguintes ácidos: C18:0 (2,90 %), C20:1 (1,85 %), C20:3n3 (1,41 %), C22:0
11 (1,13 %), C18:3n3 (0,40 %) e C20:0 (0,39 %). Esses ácidos não diferiram nas amêndoas entre
12 as embalagens e entre os tempos de armazenamento, exceto para o ácido C20:3n3 cujos teores
13 apresentaram tendência de aumento, após 30 dias, e para o ácido C20:0, de redução após 90
14 dias (Tabelas 3 e 4).

15 Em porcentagens irrelevantes, os ácidos encontrados foram: C4:0 (0,12 %), C6:0 (0,007
16 %), C14:0 (0,0009 %), C16:1 (0,009 %), C17:0 (0,03 %), C18:2n6t (0,002 %), C18:3n6 (0,0002
17 %), C20:2 (0,0026 %), C22:0, C22:1n9 (0,20 %), C20:5n3 (0,01 %), C23:0 (0,046 %), C22:2
18 (0,023 %), C24:1n9 (0,024 %).

19 Os ácidos oleico também são denominados de ômega-9 e o linoleico de ômega-6
20 enquanto o linolênico de ômega-3. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003) recomenda
21 uma relação de ômega-6:ômega-3 da dieta de 5:1 a 10:1, considerando uma relação positiva de
22 alta ingestão de ácido linoléico e baixa de linolênico com desenvolvimento de doenças
23 cardiovasculares. A razão entre o ácido graxo linoléico (ômega6) e linolênico (ômega-3) nas
24 amêndoas torradas de baru foi de 150:1. Importante ressaltar a importância de consumir
25 alimentos ricos em ômega-3, a fim diminuir essa relação e atuar como agente protetor
26 cardiovascular (MARIN et al., 2006).

27 Alves et al., (2016) analisando oleaginosas nativas do cerrado, observou que o ratio w-
28 6:w-3 foi de 9,10 para as amêndoas de baru torradas, valor inferior ao demonstrado nesse
29 estudo. Essa variação pode ser relacionada as diferenças na condição genética e ambiental,
30 sendo de suma importância a caracterização desse fruto com relação a região de origem
31 (ALVES et al., 2016).

32
33
34
35
36
37
38

39 Tabela 4. Desdobramento das interações significativas tratamentos x tempos obtidas para o perfil
40 de ácidos graxos.

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
C18n9c						
PP	49,45aA	0,25bA	32,3acA	49,9bA	8,3bcA	0,27bA
PP+PE	49aA	0,1bA	48,9aA	16,6bB	0,09bA	0,12bA
PP+PE+MET	48,8aA	0,35bA	48,8aA	50,2aA	0,23bA	0,3bA
C18:1n9t						
PP	0bA	49,04aA	16,5abA	0bA	46,21aA	37,03abA
PP+PE	0bA	47Aa	0bA	16,8abA	33,9abA	50,77aA
PP+PE+MET	0bA	50,2aA	0bA	0bA	50,8aA	50,7aA
C20:0						
PP	0,82aA	0bA	0,29abA	0,82aA	0,14abA	0bA
PP+PE	0,85aA	0,51abA	0,82aA	0,29abA	0bA	0bA
PP+PE+MET	0,88aA	0,27abA	0,9aA	0,56abA	0bA	0bA

41 Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas linhas e de pelo menos uma letra maiúscula
42 nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

43

44 Fernandes et al. (2015) observaram em estudo com modelo animal de dislipidemia e
45 dieta hiperlipídica adicionada de amêndoa de baru torrada, que essa dieta preveniu
46 hiperlipidemia e peroxidação lipídica no tecido hepático, sugerindo que o consumo das
47 amêndoas confere papel protetor contra a alta ingestão de colesterol e gordura saturada, pois
48 apresenta em seu perfil lipídico ácidos graxos insaturados.

49 Araújo et al. (2017) também observaram benefícios na utilização de farinha de
50 amêndoas de baru no tratamento de camundongos obesos. Os animais apresentaram valores
51 mais baixos de ganho de peso corporal, de glicemia, triglicerídeos e redução de tecido adiposo
52 epididimal e retroperitoneal, principais depósitos de gordura em camundongos.

53 O consumo de 20 g/dia de amêndoa de baru é eficaz na melhora dos parâmetros lipídicos
54 séricos de indivíduos levemente hipercolesterolêmicos, sugerindo então a inclusão desse
55 alimento na dieta, a fim de evitar/reduzir os riscos de doenças cardiovasculares (BENTO;
56 COMINETTI; SIMÕES FILHO; NAVES, 2014).

57 Diante disso, o perfil de ácidos graxos presentes nas amêndoas de baru pode ser benéfico
58 à saúde, podendo atuar como complementar a uma alimentação saudável.

59 5.4 Estabilidade bioativa de amêndoas torradas de baru

60 Os teores de fenóis totais não apresentaram diferenças nas amêndoas, independentemente das
61 embalagens utilizadas. Durante o tempo de armazenamento observou-se uma diminuição deste
62 composto a partir dos 90 dias (Tabela 5).

63
64 Tabela 5. Determinação de compostos fenólicos, taninos, ácido fítico e atividade antioxidante de
65 amêndoas torradas de baru, armazenadas em três diferentes embalagens pelo período de 150 dias.

Embalagens	Fenóis	Taninos	Àc. Fítico	Ativ. Antiox.
PP	213,29 ^a	403,38 ^a	546,20ab	56,74 ^a
PP+BOPP	177,07 ^a	323,05b	595,10 ^a	58,86 ^a
PP+PET+MET+PE	173,27 ^a	315,22b	464,92b	63,97 ^a
Teste F	3,19 NS	19,18*	6,22*	1,93 NS
Tempo (dias)				
0	279,09 ^a	460,07 ^a	607,16 ^a	63,27c
30	231,67ac	500,83 ^a	624,60 ^a	81,26ab
60	200,50ad	462,73 ^a	666,28 ^a	40,22e
90	141,24bd	469,10 ^a	643,84 ^a	45,09dc
120	159,72bcd	118,88b	423,91b	71,95bc
150	124,06b	71,69b	297,29b	57,34cd
Teste F	10,40*	155,09*	15,89*	17,17*
Tratamento x tempo	2,83*	2,92*	2,47*	1,3 NS
CV(%)	11,76	14,05	12,28	6,19

66 Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não difere entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).
67 *Cálculo, amostra com 3% de umidade. Fenóis (mg EAG 100g⁻¹); Taninos: (mg ácido tânico 100g⁻¹); ácido
68 fítico: (mg AF 100g⁻¹) Antioxidante: (% inibição). PP: Polipropileno; PP+BOPP: Polipropileno biorientado;
69 PP+PET MET+PE: Polipropileno, polietileno tereftalato metalizado e polietileno.

70 No desdobramento das interações significativas, essa redução ocorreu nas amêndoas
71 acondicionadas em embalagens de PP e de PP+PET MET+PE, aos 120 dias e 30 dias de
72 armazenamento, respectivamente (Tabela 6). Nas embalagens de PP+BOPP, os valores não se
73 alteraram com o tempo (Tabela 6), indicando maior eficiência na preservação deste composto bioativo.
74 Essa embalagem é permeável à luz, então para preservação do conteúdo fenólico, pode-se utilizar
75 embalagens transparentes.

76
77
78

79 Tabela 6. Variação dos índices de fenóis, taninos e ácido fítico de amêndoas de baru submetidas à
80 torrefação e armazenadas por até 150 dias

Embalagens	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	150
Fenóis						
PP	248,13abA	337,85aA	229,16abA	187,87abA	160,28bA	116,45bA
PP+PE	233,61Aa	215,75aAB	188,21aA	146,52aA	166,74aA	111,60aA
PP+PE+MET	328,52Aa	141,40bB	184,13abA	89,326bA	152,14bA	144,12bA
Taninos						
PP	523,94aA	605,78aA	552,08aA	558,56aA	131,13bA	48,790bA
PP+PE	402,72Aa	468,01aAB	420,30aA	428,76aA	121,04bA	97,461bA
PP+PE+MET	453,55Aa	428,69aB	415,81aA	419,98aA	104,47Ba	68,804bA
Ácido Fítico						
PP	577,45abA	660,73aA	696,76aA	578,22abA	497,87abAB	266,19bA
PP+PE	672,93Aa	652,91aA	658,01aA	709,62aA	610,29Aa	266,86bA
PP+PE+MET	571,12Aa	560,15aA	644,07aA	643,67aA	163,58Bb	358,81aA

81 Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas linhas e de pelo menos uma letra maiúscula nas colunas,
82 não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Cálculo, amostra com 3% de umidade. Fenóis: ($\text{mg EAG } 100\text{g}^{-1}$)
83 1); Taninos: ($\text{mg ácido tânico } 100\text{g}^{-1}$); ácido fítico: ($\text{mg AF } 100\text{g}^{-1}$) Antioxidante (% inibição). PP: Polipropileno;
84 PP+BOPP: Polipropileno biorientado; PP+PET MET+PE: Polipropileno, polietileno tereftalato metalizado e
85 polietileno.

86 Siqueira et al. (2012) avaliaram a atividade antioxidante da amêndoa torrada de baru, através
87 do extrato aquoso, e encontraram para fenóis totais um valor de $154,6 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, considerado inferior
88 ao encontrado neste estudo durante armazenamento por até 60 dias, porém com o prolongamento do
89 tempo, os valores se aproximaram, enquanto Santiago et al. (2018) apresentaram valores superiores em
90 amêndoas de baru torradas ($728 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$).

91 Nascimento et al. (2016) também avaliaram o efeito de diferentes filmes para armazenamento
92 de polpa de pequi liofilizada no teor de fenóis. Armazenaram por 180 dias em embalagens de
93 polietileno transparente, polietileno contendo folha de alumínio e polipropileno contendo polietileno
94 tereftalato. Também verificaram redução nos compostos fenólicos durante o armazenamento nas duas
95 primeiras embalagens citadas. A embalagem PP+PET MET+PE foi a mais eficaz na preservação dos
96 compostos fenóis e atividade antioxidante.

97 Para taninos totais as amêndoas embaladas em filmes de PP+BOPP e PP+PET MET+PE
98 apresentaram valores menores do que de PP, que é uma embalagem com menor valor agregado Assim
99 como observado para fenóis totais, os teores de taninos apresentaram redução a partir dos 120 dias de

100 armazenamento (Tabela 5), independentemente da embalagem (Tabela 6). Os taninos são compostos
101 fenólicos, indicando que a redução apresentada nos teores de fenóis totais (Tabela 3) pode ser explicada
102 pela redução no conteúdo de taninos.

103 Como as amêndoas foram torradas, houve diminuição no teor de água, sendo assim, por
104 consequência pode haver uma redução na quantidade de taninos, desencadeada pela hidrólise dos
105 taninos condensados (DAMIANI et al., 2013).

106 Para análise de ácido fítico as amêndoas acondicionadas em embalagem PP e PP+BOPP
107 apresentaram os maiores valores (Tabela 5) aos 120 dias de armazenamento (Tabela 6). Esses teores
108 apresentaram redução a partir desse período (Tabela 5), independentemente das embalagens (Tabela
109 6), porém aos 150 dias de armazenamento, voltaram a aumentar nas embalagens PP+PET MET+PE,
110 com valores que não diferiram dos obtidos no início do armazenamento (Tabela 6). O ácido fítico
111 também é um composto fenólico e a redução observada está coerente com a apresentada para fenóis
112 totais (Tabela 5).

113 O ácido fítico e os taninos, assim como inibidores de tripsina, são considerados fatores
114 antinutrientes, os quais são sintetizados naturalmente pelo vegetal como mecanismo de defesa. O papel
115 deles é pouco conhecido, mas sabe-se que quando presentes em quantidade muito elevada faz-se
116 necessário estudos dos seus efeitos no organismo (DAMIANI et al., 2013).

117 O tratamento térmico aplicado a alimentos pode acarretar benefícios, como redução de fitatos,
118 que em grandes quantidades pode complexar com alguns minerais e afetar a absorção no organismo.
119 Entretanto, estudos apontam que na presença de uma dieta balanceada e equilibrada dificilmente haverá
120 efeitos nocivos da ingestão de fitatos, visto que a inibição da absorção dos minerais é contrabalanceada
121 pela presença de ácido ascórbico, ácidos orgânicos e fermentação dos alimentos, que competirão como
122 o ácido fítico pela ligação com os minerais (FUSTER et al., 2017).

123 Os taninos também são em alguns casos considerados agentes antinutrientes, visto que detém a
124 capacidade de formar complexos, principalmente, com as proteínas diminuindo a digestibilidade delas
125 (NAVES et al., 2010). Mas, a presença nos alimentos está mais relacionada ao grande potencial
126 benéfico à saúde, como ação anti-inflamatória, anti-infecciosa e efeitos de proteção do organismo
127 contra o estresse oxidativo, associado ao desenvolvimento de doenças como câncer, doenças
128 cardiovasculares e degenerativas (DEL RIO et al., 2013).

129 Marin et al. (2009) encontraram na amêndoa do baru *in natura* valores de 1073,6 mg 100g⁻¹ de
130 ácido fítico, superiores aos encontrados em amêndoas torradas (Tabela 5), e 472,2 mg 100g⁻¹ de taninos,
131 próximos aos obtidos no presente estudo durante armazenamento por até 90 dias (Tabela 6). Altos
132 níveis de fenóis e ácido fítico encontrados na composição da amêndoa do baru podem ser responsáveis
133 pelo efeito antioxidante deste alimento (SIQUEIRA et al., 2012).

134 Pode-se inferir que devido ao fato de Marin et al. (2009) utilizar amêndoas de baru *in natura*
135 em seus estudos, o teor de ácido fítico foi superior do que o apresentado no presente estudo, visto que
136 a torrefação auxilia na redução desse teor. Essa diminuição é benéfica à saúde, pois em grandes
137 quantidades pode complexar com alguns minerais e afetar a absorção de minerais no organismo
138 (FUSTER et al., 2017).

139 Os valores encontrados de atividade antioxidante nas amêndoas torradas de baru, expressos em
140 percentual de inibição, não demonstraram diferenças significativas nas amêndoas, independentemente
141 das embalagens utilizadas. Durante o armazenamento os valores da atividade antioxidante variaram
142 com o tempo (Tabela 5).

143 Siqueira et al. (2017) analisaram a capacidade antioxidante do fruto guapeva, também presente
144 no Cerrado brasileiro, encontraram nas sementes 106,99 mg EAG 100g⁻¹ de fenóis totais e 136,26
145 μmol/trolex de capacidade antioxidante. Os valores de fenóis são inferiores aos encontrados em
146 amêndoas torradas (Tabela 5), indicando que o baru se destaca em relação à semente de guapeva como
147 fonte de fenóis totais, considerado bioativo.

148 A presença de antioxidantes nos alimentos auxilia na saúde, visto que atuam combatendo os
149 radicais livres produzidos pelo corpo. Quando há um desequilíbrio na produção de radicais livres e
150 antioxidantes, ocorre estresse oxidativo, que causa diversas doenças como cardiovasculares,
151 degenerativas, tumores, entre outras (SIQUEIRA et al., 2017). Sendo assim, observa-se a importância
152 do consumo de alimentos fontes desses nutrientes, como o baru, a fim de prevenir diversas doenças e
153 auxiliar no melhor desenvolvimento biológico.

154

155 **6 CONCLUSÃO**

156

157 A estabilidade lipídica foi melhor preservada nas embalagens de PP+PE MET+PET,
158 enquanto a de PP foi mais eficiente na conservação dos compostos bioativos (ácido fítico e
159 taninos). As amêndoas torradas podem ser armazenadas por até 120 dias quando
160 acondicionadas em embalagem PP+PE MET+PET e por até 90 dias nas demais embalagens.
161 Os ácidos graxos predominantes foram os insaturados oleico (C18:1n9t), oleico (C18:1n9c) e
162 linoleico (C18:2n6c) que foram preservados durante o armazenamento.

163

164

165

166

167

168 7 REFERÊNCIAS

- 169 AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, F. C. A. Dehydration and spraying of buriti pulp (*Mauritia flexuosa*
170 L.). **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 39, n. esp., jan.-fev., 2017.
- 171 ALVES, A. M.; FERNANDES, D. C.; BORGES, J. F.; SOUSA, A. G. O.; NAVES, M. M. V.
172 Oilseeds native to the cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health.
173 **Revista de nutrição**, Campinas, v. 29, n.6, p.859-866, 2016.
- 174 ALMEIDA, S. P. DE, J. A. SILVA & J. F. RIBEIRO. 1987. Aproveitamento Alimentar de
175 espécies nativas dos cerrados: araticum, baru, cagaita e jatobá. **Embrapa/ CPAC**, Planaltina.
176 83 p. (Documentos 26). 1987
- 177 ALMEIDA, D. P.; RESENDE, O.; COSTA, L. M.; MENDES, U. C. Higroscopicidade das
178 sementes de feijão adzuki. **Científica**, Jaboticabal-SP, v. 41, n. 2, p. 130- 137, 2013.
- 179 ANDREO, D; JORGE, N. Antioxidantes naturais: técnicas de extração. Boletim do centro de
180 pesquisa de processamento de alimentos, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 319-336, jul./dez., 2006.
- 181 ARAÚJO, A. C. F.; ROCHA, J. C.; PARAISO, A. F.; FERREIRA, A. V. M.; SANTOS, S. H.
182 S.; PINHO, L. Consumption of baru nuts (*Dipteryx alata*) in the treatment of obese mice.
183 *Ciência rural*, Santa Maria, v. 47, n. 02, 2017.
- 184 AZEVEDO, M. R. Q. A; GOUVEIA, J. P. G; TROVÃO, D. M. M; QUEIROGA, V. P.
185 Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim.
186 *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande- PB, v. 7, n. 3, p. 519-
187 524. 2003.
- 188 BATISTA DOS SANTOS, D; PETRY, C; BORTOLUZZI, E. C. Composição centesimal e
189 perfil de ácidos graxos de sementes de porongo. *Ciência rural*, v. 14, n. 1, jan., 2014.
- 190 BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTAL, M.D.; ROTA,
191 G.R. (ed.). *Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos*, Pelotas: Ed. Universitária –
192 UFPel, 2003. p.370-418.2003.
- 193 BELMIRO, T. M. C; QUEIROZ, A. J. M; FIGUEIRÊDO, R. M. F; FERNANDES, T. K. S;
194 BEZERRA, M. C. T. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóboras durante o
195 armazenamento. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande, PB,
196 v. 14, n.9, p. 1000-1007, 2010.
- 197 BENTO, A. P; COMINETTI, C; SIMÕES FILHO, A; NAVES, M. M. A amêndoa de baru
198 melhora o perfil lipídico em indivíduos levemente hipercolesterolêmicos: um estudo
199 randomizado, controlado e cruzado. *Nutrição, metabolismo e doenças cardiovasculares*, v. 24,
200 n. 12, p. 1330-1336, dez., 2014.
- 201 BELMIRO, T. M. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO; FERNANDES, T. K. S.;
202 BEZERRA, M. C. T. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóbora durante o
203 armazenamento. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande, v. 14,
204 n. 9, p. 1000-1007, 2010.
- 205 BOLANHO; B. C.; BELÉIA, A. D. P. Bioactive compounds and antioxidant potential of soy
206 products . *Alimentos e nutrição*, Araraquara, v. 22, n. 4, p. 539-546, out.-dez., 2011.

- 207 BURGOS-LUJÁN, I.; TONG, A. Z. Determination of Phytic acid in juices and milks by
208 developing a Quick Complexometric- Titration Method. Food analytical methods, v. 8, n. 1, p.
209 1836-1841, ago., 2014.
- 210 BRESSANI, R.; ELÍAS, L. G.; BRAHAM, J. E. Reduction of digestibility of legume proteins
211 by tannins. Journal of plant foods, London, v. 4, n. 1, p. 43-55, 1982.
- 212 BONINI, I; MARIMON-JUNIOR, B. H; MATRICARDI, E; PHILLIPS, O; PETTER, F;
213 OLIVEIRA, B; MARIMON, B. S. Collapse of ecosystem carbon stocks due to forest
214 conversion to soybean plantations at the Amazon-cerrado transition. Forest ecology and
215 management, v. 414, n. 1, p. 64-73, 2018.
- 216 CASTRO, A. P; da SILVA, M. R. S. S; QUIRINO, B. F; BUSTAMANTE, M. M. C; KRÜGER,
217 R. H. Microbial diversity in cerrado biome (Neotropical Savanna) Soils. Plos one, 2016.
- 218 CASTRO, D. S; OLIVEIRA, T. K. B; LEMOS, D. M; ROCHA, A. P. T; ALMEIDA, R. D.
219 Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de
220 taro obtida em leite de jorro. Brazilian journal of food technology, Campinas, v. 20, n. 1, 2017.
- 221 CAETANO, K. A; CEOTTO, J. M; RIBEIRO, A. P. B; MORAIS, F. P. R; FERRARI, R. A;
222 PACHECO, M. T. B; CAPITANI, C. D. Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the
223 composition and nutritional quality of cookies. Food science and technology, v. 37, n. 2, p. 239-
224 245, apr./june, 2017.
- 225 CAMPOS, R. P.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; MACEDO, M.
226 L. R. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia* sp.)1. Revista Brasileira de
227 fruticultura, Jaboticabal –SP, v. 34, n. 1, p. 041-049, 2012.
- 228 CARAZIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA
229 JÚNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química a casca de maracujá (*Passiflora*
230 *edulis*). Ciência rural, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, set., 2014.
- 231 CARDADOR-MARTÍNEZ, A.; JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, C.; SANDVAL, G. Revalorization of
232 cactus pear (*Opuntia* spp.) wastes as a source of antioxidants. Ciência e tecnologia de
233 alimentos, Campinas, v 31, n.3, p. 782-788, jul./set., 2011.
- 234 CARDOSO, R. B; BINOTTI, F. F. S; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de
235 cambre em função de embalagens e armazenamento. Pesquisa agropecuária tropical, Goiania,
236 v. 42, n.3, p. 272-278, jul./set. 2012.
- 237 CASARIN, F.; MENDES, C. E.; LOPES, T. J.; MOURA, N. F. Planejamento experimental do
238 processamento de secagem da amora-preta (*Rubus* sp.) para a produção de farinha enriquecida
239 com compostos bioativos. Brazilian journal of food technology, Campinas, v. 19, n. 1, 2016.
- 240 CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília: Embrapa informação tecnológica;
241 Colombo: Embrapa-CNPFF, V.4, p. 1040, 2003.
- 242 CRAVO FILHO, R. F.; NAVAS, R.; GONÇALVES, E. M. Características físico-químicas e
243 fenóis totais em frutos de juçara em diferentes condições ambientais. Revista agroambiente, v.
244 11, n.4, p. 331-335, out.-dez., 2017.

- 246 CORREA, G.C.; NAVES, R.V.; ROCHA, M.R; ZICA, L.F. Caracterização física de frutos de
247 baru (*Dipteryx alata* Vog.) em três populações nos cerrados do estado de Goiás. Pesquisa
248 agropecuária tropical, 30(2): 5-11, jul./dez. 2000.
- 249 CORREA, G.C.; NAVES, R.V.; ROCHA, M.R; CHAVES, L.J.; BORGES, J.D. Determinações
250 físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum*
251 Rizz.) e Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. Bioscience
252 journal, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 42-47, Oct./Dec. 2008.
- 253 COLTRO, L; BURATIN, A. E. P. Garrafas de PET para óleo comestível – avaliação da barreira
254 de luz. Polímeros, São Carlos, v. 14, n. 3, july./sept., 2004.
- 255 COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. Barueri: Manole, p. 456-481, 2007.
- 256 DAMASCENO JUNIOR, G. A.; SOUZA, P.R. Sabores do Cerrado & Pantanal: receitas e boas
257 práticas de aproveitamento. Campo Grande, MS: Ed. UFMS. 141 p.: il. Color; 21 cm. 2010.
- 258 DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L.; COSTA, N. C.; MEDEIROS, N. X.; SILVA, A. G. M.;
259 SILVA, F. A.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais
260 de amêndoas de pequi crua e torrada. Pesquisa agropecuária tropical, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 71-
261 78, jan.-mar., 2013.
- 262 DANELUTI, A. L. M.; MATOS, J. R. Study of thermal behavior of phytic acid. Brazilian
263 Journal of pharmaceutical sciences, v. 49, n. 2, apr./jun., 2013.
- 264 DE PAULA, C. D.; JARMA-ARROYO, S.; ARAMENDIZ-TATIS, H. Caracterización
265 nutricional y determinación de ácido fítico como fator antinutricional del frijol caupí.
266 Agronomía mesoamericana, v. 29, n. 1, p. 29-40, ener.-abr., 2018.
- 267 DEL RIO, D; RODRIGUEZ-MATEOS, A; SPENCER, J. P. E; TOGNOLINI, M; BORGES,
268 G; CROZIER, A. Dietary (poly) phenolics in human health: structures, bioavailability, and
269 evidence of protective affects against chronic diseases. Antioxidants e redox signaling, v. 18,
270 n. 14, p. 1818-1892, 2013.
- 271 DIAS, R. A. L; SOUZA, P. S; ALSINA, O. L. S. Secagem e extração de taninos totais da hortelã
272 (*Mentha x vilosa* Hudson). Revista agrarian, Dourados, v. 4, n.12, p. 123-133, 2011.
- 273 DIONISIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; GOES, T. S.; BORGES, M. F.; GARRUTI, D.;
274 ARAÚJO, I. M. S. Estabilidade de uma bebida funcional de frutas tropicais e yacon
275 (*Smallanthus sonchifolius*) durante o armazenamento sob refrigeração. Órgano oficial de la
276 sociedad latinoamericana de nutrición, v. 66, n. 2, 2016.
- 277 DONADON, J. R; BESSA, J. F.V; RESENDE, O; CASTRO, C. F. S; ALVES, R. M. V;
278 SILVEIRA, E. V. Armazenamento do cambre em diferentes embalagens e ambientes: Parte II-
279 qualidade química, Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v.19, n. 3, p.231-237,
280 2015.
- 281 DONADUZZI, C. M.; CARDOZO JÚNIOR, E. L.; DONADUZZI, E. M.; SILVA, M. M.;
282 STURION, J. A.; CORREA, G. Variação nos teores de polifenóis totais e taninos em dezesseis
283 progênies de erva-mate (*ilex paraguariensis* St. Hill.) cultivadas em três municípios do Paraná.
284 Arquivos de ciências da saúde da UNIPAR, v. 7, n.2, mai./ago., 2003.

- 285 FERNANDES, D. C; ALVES, A. M; CASTRO, G. S. F; JORDÃO JUNIOR, A. A; NAVES,
286 M. M. V. Effects of baru almond and Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress
287 vivo. *Journal of food research*, v. 4, n. 4, 2015.
- 288 FERREIRA, P. M. P; FARIAS, D. F; OLIVEIRA, J. T. A; CARVALHO, A. F. U. Moringa
289 oleifera: bioactive compounds and nutritional potential. *Revista de nutrição, Campinas*, v.21,
290 n.4, p.431- 437, 2008.
- 291 FERREIRA, R. A; BOTELHO, S. A; DAVIDE, A. C; MALAVASI, M. M. Caracterização
292 morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel Baru (Leguminosae
293 Papilionoideae). *Cerne*, v. 4, n. 1, p.73-87, 1998.
- 294 FIORANTE, M. B; HIANE, P. A; BRAGA NETO, J. A. Elaboration, sensorial acceptance and
295 characterization of fermented flavored drink based on water-soluble extract of baru almond.
296 *Ciencia rural, Santa Maria*, v. 47, n. 9, 2017.
- 297 FREITAS, J. B; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e
298 sua relação com a nutrição e saúde. *Revista de nutrição, Campinas*, v. 23, n.2, p.269-279,
299 mar./abr., 2010.
- 300 FREIRE, P. C. M; MANCINI-FILHO, J; FERREIRA, T. A. P. C. Principais alterações físico-
301 químicas em óleos e gorduras submetidos ao processo de fritura por imersão: regulamentação
302 e efeitos na saúde. *Revista de Nutrição, Campinas*, v. 26, n. 3, p. 353-368, maio/jun., 2013.
- 303 FUSTER, J. M. B.; CORTÉS, P. S.; BESTARD, J. P.; FREIXEDAS, F. G. Fosfatos de origen
304 vegetal, fitatos y calcificaciones patológicas em la enfermedad renal crónica. *Revista de la*
305 *sociedad espanolade nefrologia*, v. 37, n. 1, p. 20-28, 2017.
- 306 GALÃO, O. F.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G.; JÚNIOR, O. O. S.;
307 MARUYAMA, S. A.; FIGUEIREDO, L. C.; BONAFE, E. G.; VISENTAINER, J. V.
308 Differences of fatty acid composition in Brazilian genetic and conventional soybeans (*Glycine*
309 *max. (L.) Merrill*) grown in different regions. *Food research International*, v. 62, n. 1, p. 589-
310 594, 2017.
- 311 GODOY, S. A. P; MAYWORM, M. A. S; LO, V. K; SALATINO, A; SCHAEFFER-
312 NOVELLI, Y. Teores de ligninas, nitrogênio e taninos em folhas de espécies típicas do mangue.
313 *Revista brasileira de Botucatu, São Paulo*, v. 20, n. 1, p. 35-40, jun., 1997.
- 314 GONÇALVES, C. A; LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco
315 leguminosas arbóreas. *Floresta e ambiente*, v.8, n. 1, p. 167-173, jan./dez., 2001.
- 316 GUIMARÃES, R. C. A; FAVARO, S. P; VIANA, A. C. A; BRAGA NETO, J. A; NEVES, V.
317 A; HONER, M. R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru
318 nuts (*Dipteryx alata* Vog). *Ciencia e tecnologia de alimentos, Campinas*, v.32, n. 3, p. 464-470,
319 jul./set., 2012.
- 320 HARRINGTON, J. Packaging seed for storage and shipment. *Seed science & Technology*,
321 *Zurich*, v. 1, n. 3, p. 701-709, 1973.
- 322 HARLAND, B. F; OBERLEAS, D. A modified method for phytate analysis using na ion-
323 exchange procedure: application to textured vegetable proteins. *Cereal chemical*, v. 54, n. 4, p.
324 827- 832, 1977.

- 325
- 326 HENRIQUE, P. C.; VILAS BOAS, A. C.; LIMA, R. A. Z.; DECARLOS, A. N.; LIMA, L. C.
327 O. Color, physicochemical parameters and antioxidant potential of whole grape juices subject
328 to different UV-C radiation doses. *Ciência e agrotecnologia*, v. 40, n. 2, p. 226-234, mar./apr.,
329 2016.
- 330 Hur SJ, Park GB, Joo ST. Formation of cholesterol oxidation products (COPs) in animal
331 products. *Food Control*. 2007; 18(8):939-47.
- 332 INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análises de alimentos. São
333 Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- 334
- 335 IBAMA. Ecosistemas brasileiros. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm>>. 2008.
- 336
- 337 LEITE, M. V. M; BOBUL'SKÁ, L; ESPÍNDOLA, S. P; CAMPOS, M. R. C; AZEVEDO, L.
338 C. B; FERREIRA, A. S. Modeling of soil phosphatase activity in land use ecosystems and
339 topsoil layers in the Brazilian cerrado. *Ecological modelling*, v. 385, n. 1, p. 182-188, 2018.
- 340 LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid method for phytate determination. *Journal*
341 *Agricultural food chemistry*, v.28, p.313-315, 1980.
- 342 LEMOS, M. R. B; SIQUEIRA, E. M. A; ARRUDA, S. F; ZAMBIAZI, R. C. The effect of
343 roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts (*Dipteryx alata*
344 Vog.). *Food research international*, v. 48, n.1, p. 592-597, 2012.
- 345 LIMA, M. S; PIRES, E. M. F; MACIEL, M. I. S; OLIVEIRA, V. A. Quality of minimally
346 processed guava with different types of cut, sanitification and packing. *Ciência e tecnologia de*
347 *alimentos*, Campinas, v. 30, n. 1, p. 79-87, jan./mar., 2010.
- 348 LIMA, J. C. R; FREITAS, J. B; CZEDER, L. P; FERNANDES, D. C; NAVES, M. M. V.
349 Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas
350 com polpa e amêndoa de baru. *Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos*,
351 Curitiba, v. 28, n.2 , jul./dez., 2010.
- 352 LORINI, A.; WOBETO, C.; ROSA, C. C. B.; HATEM, T. A.; BOTELHO, S. C. C. Influence
353 of packaging on the quality of Brazil nuts. *Acta amazonia*, v. 48, n. 4, p. 368-372, 2018.
- 354 MA, G.; LI, Y.; JIN, Y.; ZHAI, F.; KOK, F. J. YANG, X. Phytate intake and molar ratios of
355 phytate to zinc, iron and calcium in the diets of people in China. *European journal of clinical*
356 *nutrition*, v. 61, n. 1, p. 368-374, 2007.
- 357 MAIA, E. L. Otimização da metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e
358 determinação da composição de ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce.
359 Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas,
360 Campinas, 1990.

- 361
- 362 Machado, R.B., M.B. Ramos Neto, P.G.P. Pereira, E.F. Caldas, D.A. Gonçalves, N.S. Santos,
363 K. Tabor e M. Steininger. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Relatório técnico
364 não publicado. Conservação Internacional, Brasília, DF, 2004.
- 365 MACEDO, J. M; SOUZA, L. G. P; VALENZUELA, V. C. T; OLIVEIA, A. B; CASTILHO,
366 R. O; JÁCOME, R. L. P. Variação sazonal nos teores de flavonoides, taninos e atividade
367 antioxidante de *Davilla rugosa* Poir. Revista de ciências farmacêuticas básica e aplicada, v.34,
368 n.4, p. 585-590, 2013.
- 369 MAGALHÃES, R. M. A cadeia produtiva da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.) no
370 cerrado: uma análise da sustentabilidade da sua exploração. Ciência florestal, Santa Maria, v.
371 24, n. 3, p.665-676, jul./set., 2014.
- 372 MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada
373 na conservação de alimentos. Revista acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba, v.
374 8, n. 4, p. 437-448, out.-dez., 2010.
- 375 MARIN, A. M; ARRUDA, S. F; SIQUEIRA, E. M. A. Minerals, phytic acid and tannin
376 contentes of 18 fruits from the Brazilian savanna, International journal of food Science, v.60, p.
377 180-190, 2009.
- 378
- 379 MARTIN, C. A; de ALMEIDA, V. V; RUIZ, M. R; VISENTAINER, J. E. L;
380 MATSHUSHITA, M; SOUZA, N. E; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados
381 ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. Revista de nutrição, Campinas-
382 SP, v. 19, n. 6, p.761-770, nov./dez., 2006.
- 383
- 384 MARIMON-JUNIOR, B. H; HARIDASAN, M. Comparação da vegetação arbórea e
385 características edáficas de um cerradão e um cerrado sensu stricto em áreas adjacentes sob solo
386 distrófico no leste de Mato Grosso, Brasil. Acta botânica brasileira, v. 19, n. 4, p. 913-926,
387 2005.
- 388 MARIN, A. M. F. Potencial antioxidante do baru (*Dipteryx alata* vog.)- um estudo in vitro e in
389 vivo. Dissertação de Doutorado em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-Graduação em
390 Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. 2012.
- 391
- 392 MARTINOTTO, F; MARTINOTTO, C; COELHO, M. F. B; AZEVEDO, R. A. B;
393 ALBUQUERQUE, M. C. F. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreas nativas
394 do cerrado em consórcio com a mandioca. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 47, n.
395 1, p. 22-29, jan., 2012.
- 396 MASETTO, T. E; GORDIN, C. R.B; QUADROS, J.B; REZENDE, R. K. S; SCALON, S. P.
397 Q. Armazenamento de sementes de *Crambre abyssinica* Hochst. Ex R.E.Fr em diferentes
398 embalagens e ambientes. Revista Ceres, Viçosa, v.60, n.5, p. 646-652, 2013.

- 399
- 400 MAZZEO, T; N'DRI, D; CHIAVARO, E; VISCONTI, A; FOGLIANO, V; PELLEGRINI, N.
401 Effect of two cooking procedures on phytochemical compounds, total antioxidant capacity and
402 color of selected frozen vegetables. *Food chemistry*, 128(3), 627-633. 2011.
- 403 MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade
404 antioxidante de frutas. *Revista brasileira de ciências farmacêuticas.*, v. 44, p. 2, 2008.
- 405
- 406 MENDANHA, R. S. R. R. (2014). Atmosfera modificada na embalagem de fruta, vegetais
407 inteiros e minimamente processados. Dissertação de mestrado em A engenharia Alimentar-
408 Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal, 68 p.
- 409 MENDES, N. R. S; GOMES-RUFFI, C. R; LAGE, M. E; BECKER, F. S; MELO, A. A. M;
410 SILVA, F. A; DAMIANI, C. Oxidative stability of cereal bars made with fruit peels and baru
411 nuts packaged in different types of packaging. *Food science and technology*, v. 33, n. 4, p.
412 730-736, oct./dec., 2013.
- 413 MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Monitoramento do desmatamento nos biomas
414 brasileiros por satélite, acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. Monitoramento do bioma
415 Cerrado 2009-2010. 2011.
- 416
- 417 MONTEIRO, J. M; LINS NETO, E. M. F; AMORIM, E. L. C; STRATTMANN, R. R;
418 ARAÚJO, E. L; ALBUQUERQUE, U. P. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas
419 simpátricas da caatinga. *Revista árvore*, Viçosa-MG, v. 29, n.6, p.999-1005, 2005.
- 420 MOREIRA, A. A.; MANDARINO, J. M. G.; NEVES-SOUZA, R. D.; LEITE, R. S.;
421 OLIVEIRA, M. A. Teor de ácido fítico em cultivares de soja cultivados em diferentes regiões
422 dos estados do Paraná e São Paulo. *Revista alimentos e nutrição*, Araraquara, v. 23, n. 3, p. 393-
423 398, jul./set., 2012.
- 424 MORZELLE, M. C; BACHIEGA, P; SOUZA, E. C; VILAS BOAS, E. V. B; LAMOUNIER,
425 M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do
426 cerrado brasileiro. *Revista brasileira de fruticultura*, Jaboticabal-SP, v. 37, n.1, p. 096-103, mar.,
427 2015.
- 428 MORAES, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAÚJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; DESSIMONI-
429 PINTO, N. A . V. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado
430 Brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 355-360, Jun. 2013
- 431 NAVES, L.P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; ABREU, C. M. P. Componentes
432 antinutricionais e digestibilidade proteica em sementes de abóbora (*Cucurbita máxima*)
433 submetidas a diferentes processamentos. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas, v. 30,
434 supl. 1, p. 180-184, mai., 2010.
- 435 NASCIMENTO, N. N. R; ALVES, A. M; SILV, M. R; NAVES, M. M. V. Antioxidant capacity
436 of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp is preserved by freeze-drying and light-resistant
437 packaing. *Revista brasileira de fruticultura*, v. 39, n. 1, 2016.

- 438 NEPOMUCENO, D.L.M.G. O extrativismo de baru (*Dipteryx alata* Vog) em Pirenópolis (GO)
439 e sua sustentabilidade. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável).
440 Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2006.
- 441 NOZAKI, V. T; MUNHOZ, C. L; GUIMARÃES, R. C. A; HIANE, P. A; ANDREU, M. P;
442 VIANA, L. H; MACEDO, M. L. R. Nutritional quality of oil and almond guarirova pulp.
443 *Ciência rural*, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1518-1523, ago., 2012.
- 444 NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 422p. 2ed. 1989.
- 445 PAIVA, S. R.; HERINGER, A. P.; FIGUEIREDO, M. R.; KAPLAN, M. A. C. Taninos
446 condensados de espécies de Plumbaginacea. *Floresta e ambiente*, v. 9, n. 2, p. 153-157,
447 jan./dez. 2002.
- 448 PALIOTO, G. F.; SILVA, C. F. G.; MANDES, M. P.; ALMEIDA, V. V.; ROCHA, C. L. M. S.
449 C.; TONIN, L. T. D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidantes
450 de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. *Revista brasileira de plantas*
451 *medicinais*, Campinas, v. 17, n. 1, p.59-66, 2015.
- 452 OLIVEIRA, A. N.; SILVA, A. C. da; ROSADO, S. C. da S.; RODRIGUES, É. A. C. Variações
453 genéticas para características do sistema radicular de mudas de baru (*Dipteryx alata* Vog.).
454 *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 6, p.905 - 909, 2006.
- 455 Organización Mundial de la Salud. Informe de una consulta mixta de expertos OMS/FAO.
456 Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas. Ginebra: OMS; 2003. OMS Serie
457 de Informes Técnicos, n. 916. 2003.
- 458 QUEIROZ, A. C. M; RABELLO, A. M; BRAGA, D. L; SANTIAGO, G. S; ZURLO, L. F;
459 PHILPOTT, S. M; RIBAS, C. R. Cerrado vegetation types determine how land use impacts
460 ant biodiversity. Springer, 2017.
- 461 RAMALHO, V. C; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos
462 gordurosos. *Química nova*, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.
- 463 REIS, A. F; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do cerrado na indústria
464 de alimentos. *Brazilian journal of food technology*, v.22, n.1, Campinas, 2019.
- 465 REIS, D. R.; BRUM, F. B.; SOARES, E. J. O.; MAGALHÃES, J. R.; SILVA, F. S.; PORTO,
466 A. G. Drying kinetics of baru flours as function of temperature. *Revista brasileira de engenharia*
467 *agrícola e ambiental*, v. 22, n. 10, p. 713-719, 2018.
- 468 REIS, V. B. S. X; CAMPOS, A. J; ARAUJO, K. K. S; MELO, P. C; REIS, J. L. Avaliação de
469 amêndoas de baru in natura armazenadas em diferentes embalagens. *Revista e ciências agrárias*,
470 v. 42, n.2, p. 539-546, 2019.
- 471 RESOLUÇÃO RDC N°270 de 2005.Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras
472 vegetais e creme vegetal.
- 473 ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUZA, C. A. S.;
474 PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e tecnologia de*
475 *alimentos*, Campinas, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

- 476 ROCHA, W. S; LOPES, R. M; SILVA, D. B; VIEIRA, R. F; SILVA, J. P; AGOSTINI-COSTA,
477 T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. Revista
478 brasileira de fruticultura, Jaboticabal- SP, v.33, n. 4, p. 1215-1221, dez., 2011.
- 479 ROCHA, L. S; CARDOSO SANTIAGO, R. A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa
480 e casca de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na elaboração de pães. Ciência e tecnologia de alimentos,
481 v. 29, n.4, p. 820-825, out./dez., 2009.
- 482 SANO, S. M.; RIBEIRO, J. P.; BRITO, M. A. Baru: biologia e uso. Planaltina: Embrapa
483 Cerrados, (Documentos, 116), 2004.
- 484 SANO, S. M.; BRITO, M. A.; RIBEIRO, J. F. Baru. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINICOSTA,
485 T. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M. ; FERREIRA, F. R. Frutas nativas da região Centro-Oeste
486 do Brasil. Brasília: Embrapa recursos genéticos e biotecnologia, cap.5, p. 83-107, 2010.
- 487 SILVA, A. G. M; FERNANDES, K. F. Composição química e antinutrientes presentes nas
488 amêndoas cruas e torradas de chicha (*Sterculia striata* a. st. Hill e Naudin). Revista de nutrição,
489 Campinas, v. 24, n. 2, p.305-314, mar./abr.,2011.
- 490 SILVA, D. V; OLIVEIRA, de D. E. C; RESENDE, O; SILVA, M. A. P; BARCELOS, K. R.
491 Nutritional quality of the epicarp and mesocarp flours of baru fruits submitted to drying.
492 Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, v. 23, n. 1, p. 65-70, 2019.
- 493 SILVA, E. P; ABREU, W. C; GONÇALVES, O. A; DAMIANI, C; VILAS BOAS, E. V. B.
494 Characterization of chemical and mineral composition of marolo (*Annona crassiflora* Mart)
495 during physiological development. Food science technology, Campinas, v. 37, n.1, p. 13-18,
496 jan./mar., 2017.
- 497 SILVA, F. S; PORTO, A. G; P, L. C; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de
498 sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. Revista de ciência agro-
499 ambiental, Alta floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.
- 500 SANTIAGO, G. L; OLIVEIRA, I. G; HORST, M. A; NAVES, M. M. V; SILVA, M. R. Peel
501 and pulp of baru (*Dipteryx alata* Vog.) provide high fiber, phenolic content and antioxidant
502 capacity, Food science technology, Campinas, v.38, n.2, p. 244-249, 2018.
- 503 SANTOS, F. B; RAMOS, M. I. L; MIYAUSKU, L. Antimicrobial activity of hydroalcoholic
504 extracts from genipap, baru and taruma. Ciencia rural, Santa Maria, v. 47, n. 8, 2017.
- 505 SENA, L. H. M.; MATOS, V. P.; MEDEIROS, J. E.; SANTOS, H. H. D.; ROCHA, A. P.;
506 FERREIRA, R. L. C. Storage of pitombeira seeds [*Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk –
507 Sapindaceae] in different environment and packagings. Revista árvore, Viçosa-MG, v. 40, n.1,
508 p.435-445, 2016.
- 509 SEVANIAN, A., HOCHSTEIN, P. Mechanisms and consequences of lipid peroxidation in
510 biological systems. Annual reviews of nutrition, Palo Alto, v.5, p.365-390, 1985.
- 511 SINGLETON, V. L.; KRATZER, F. H. Plant phenolics. In: NATIONAL ACADEMY OF
512 SCIENCES. Toxicants occurring naturally in foods. Washington, DC: NAC/NRC, 1973. p.
513 309-345.

- 514 SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; TORRES, M.C.L.; VERA, R. ;TEIXEIRA,J.S.;
515 ALVES, L.C. Qualidade de biscoitos formulados com diferentes teores de farinha de amêndoa
516 de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Pesquisa agropecuaria tropical*, 37(1): 51-56, mar. 2007.
- 517 SOUSA, A.G.O.; FERNANDES, D.C.; NAVES, M.M.V. Eficiência alimentar e qualidade
518 proteica das sementes de baru e pequi procedentes do Cerrado brasileiro. *Revista instituto*
519 *Adolfo Lutz*, v.71, n.2, p.274-80, 2012.
- 520 SCORSATTO, M.; PIMENTEL, A. C.; SILVA, A. J. R.; SABALLY, K; ROSA, G.;
521 OLIVEIRA, G. M. M. Avaliação de compostos bioativos , composição físico-química e
522 atividade antioxidante de berinjela. *International journal of cardiovascular sciences*, v. 30, n. 3,
523 p. 235-242, 2017.
- 524 SHARMA, P.; SINGH, R.P. Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference
525 to TEAC method. *American journal of food technology*, v. 8, n. 2, p. 83-101, 2013.
- 526 SILVA, D. V; OLIVEIRA, D. E. C; RESENDE, O; SILVA, M. A. P; BARCELOS, K. R.
527 Nutritional quality of the epicarp and mesocarp flours of baru fruits submitted to drying. *Revista*
528 *brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande – PB, v. 23, n. 1, p.65-70, 2019.
- 529 SILVA, E. R; MARTINO, H. S. D; MOREIRA, A. V. B; ARRIEL, N. H. C; SILVA, A. C;
530 RIBEIRO, S. M. R. Capacidade antioxidante e composição química de grãos integrais de
531 gergelim creme e preto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v. 46, n. 7, p. 736-742 , jul.,
532 2011.
- 533 SILVÉRIO, M. D. O; CASTRO, C. F.S; MIRANDA, A. R. Avaliação da atividade antioxidante
534 e inibitória da tirosinase das folhas de *Dipteryx alata* Vogel (Baru). *Revista brasileira de plantas*
535 *medicinais*, Botucatu, v. 15, n.1, p.59-65, 2013.
- 536 SIQUEIRA, A. P. S; PACHECO, M. T. B; NAVES, M. M. V. Nutritional quality and bioactive
537 compounds of partially defatted baru almond flour. *Food science and technology*, Campinas,
538 v.35, n.1, p. 127-132, jan.-mar., 2015.
- 539 SIQUEIRA, A. P.S; CASTRO, C. F. S; SILVEIRA, E. V; LOURENÇO, M. F.C. Chemical
540 quality of Baru almond (*Dipteryx alata* oil), *Ciência rural*, Santa Maria, v. 46, n.10, p. 1865-
541 1867, out, 2016.
- 542 SIQUEIRA, A. P.S; OLIVEIRA, J. M; MACHADO JUNIOR, D. R.; LOURENÇO, M. F. C.
543 Chemical characterization and antioxidant capacity of guapeva, *Revista brasileira de fruticultura*,
544 Jaboticabal-SP, v. 39, n. Special, 2017.
- 545 SIQUEIRA, E. M. A; MARIN, A. M. F; CUNHA, M. S.B; FUSTINONI, A. M; de
546 SANT'ANA; L. P; ARRUDA; S. F. Consumption of baru seeds {*Dipteryx alata* Vog.}, a
547 Brazilian savana nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats, *Food Research International*,
548 v.45, v.1, p. 427-433, 2012.
- 549 SIQUEIRA, E. M. A; MENDES, J. F. R; ARRUDA, S. F. Biodisponibilidade de minerais em
550 refeições vegetarianas e onívoras servidas em restaurante universitário. *Revista de nutrição*,
551 Campinas, v.20, n.3, p. 229-237, maio/jun., 2007.
- 552 SIRACUSA, V. Food packaging permeability behaviour: a report. *International journal of*
553 *polymer Science*, 2012.

- 554 SOARES, L. P.; SÃO JOSÉ, A. R. Compostos bioativos em polpas de mangas ‘rosa’ e
555 ‘espada’ submetidas ao branqueamento e congelamento. Revista brasileira de fruticultura,
556 Jaboticabal- SP, v. 35, n. 2, p. 579-586, jun., 2013.
- 557 SOARES, D. J; TAVARES, T. M; BRASIL, I. M; FIGUEIREDO, R. W; SOUSA, P. H. M.
558 Processos oxidativos na fração lipídica de alimentos. Boletim de pesquisa de processamento de
559 alimentos, Curitiba, v. 30, n. 2, p. 263-272, jul./dez., 2012.
- 560 SOUSA, F. F.; BRAGA, R. M.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G.; CARLOS, L.;
561 VENTURIN, R. P. Exigências nutricionais de mudas de dipteryx alata sob limitação
562 nutricional. Ciência florestal, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 102-114, jan./mar., 2018.
- 563 SOUZA, R. G.M; GOMES, A. C; de CASTRO, I. A; MOTA, J. F. A baru almond-enriched
564 diet reduces abdominal adiposity and improves high- density lipoprotein concentrations: a
565 randomized, placebo-controlled trial, Nutrition, v.55-56, p. 154-160, 2018.
- 566 STORCK, C. G.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B.; BASSO, C. Folhas, talos, cacas e sementes
567 de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de
568 preparações. Ciência rural, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 537-543, mar., 2013.
- 569 SWAIN, T.; HILLIS, W. E. The phenolic constituents of Prunus domestica I: the quantitative
570 analysis of phenolic constituent. Journal of science of food and agriculture, London, v. 10, n.
571 1, p. 63-68, Jan. 1959.
- 572 TRUGILLHO, P. F; CAIXETA, R. P; LIMA, J. T; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo
573 em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. Cerne, Lavras, v. 3,
574 n.1, p. 1-13, 1997.
- 575 VIEIRA, R.F.; AGOSTINI-COSTA, T.S.; SILVA, D.B.; SANO, S.M.; FERREIRA, F.R.
576 Frutas nativas da região centro-oeste do Brasil. Brasília: Embrapa informação tecnológica, p.
577 322, 2010.
- 578 VERA, R; SOARES JÚNIOR, M. S; NAVES, R. V; de SOUZA, E. R. B; FERNANDES, E. P;
579 CALIARI, M; LEANDRO, W. M. Características típicas de amêndoas de barueiro (Dipteryx
580 Alata Vog.) de ocorrência natural no cerrado do estado de Goiás, Brasil. Revista brasileira de
581 fruticultura, Jaboticabal-SP, v. 31, n. 1, p.112-118, mar., 2009.
- 582 VILAS BOAS, B. M; SIQUEIRA, H. H; LEME, S. C; LIMA, L. C. O; ALVES, T. C.
583 Conservação de pimentão verde minimamente processado acondicionado em diferentes
584 embalagens plásticas. Pesquisa agropecuária tropical, Goiania, v. 42, n. 1, p. 34-39, jan./mar.,
585 2012.
- 586 VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. Ácidos graxos em óleos e gorduras: identificação e
587 quantificação, Varela, São Paulo, 2006.
- 588 VOJTÍSKOVÁ, P; SVEC, P.; KRÁCMAR, S. Content of amino acid and minerals in selected
589 sorts of legumes. Potravinárstvo scientific journal for food industry, v. 7, n. 1, p. 136-140,
590 2013.
- 591 WATANABE, T.; ROZANE, D. E.; NATALE, W.; FURLAN, C. M. Avaliação da influência
592 de substâncias fenólicas e carotenoides na anomalia do pericarpo da goiaba, ‘anelamento’.
593 Revista brasileira de fruticultura, Jaboticabal-SP, v. 33, n. 1, p. 008-013, mar., 2011.

594 ZUFFO, A. M; ANDRADE, F. R; ZUFFO JÚNIOR, J. M. Caracterização biométrica de frutos
595 e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.) in eastern Mato Grosso, Brazil. Revista de ciências
596 agrárias, v.37, n.4, p.463-471, 2014.

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

613

614

615

616

617