

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização e Avaliação da Qualidade das  
Castanhas e Amêndoas de Baru *in natura* e Torradas  
Utilizando Diferentes Tipos de Embalagens**

**Gustavo Rodrigues Morgado**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS  
CASTANHAS E AMÊndoAS DE BARU *IN NATURA* E  
TORRADAS UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE  
EMBALAGENS**

**GUSTAVO RODRIGUES MORGADO**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa**

*E Coorientação da Professora*  
**Gaby Patrícia Terán Ortiz**

Dissertação submetida como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agricultura Orgânica**, no  
Curso de Pós-Graduação em  
Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Junho/2023

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M847c

Morgado, Gustavo Rodrigues, 1982-  
Caracterização e Avaliação da Qualidade das  
Castanhas e Amêndoas de Baru in natura e Torradas  
Utilizando Diferentes Tipos de Embalagens / Gustavo  
Rodrigues Morgado. - Bambuí, 2021.  
99 f.: il.

Orientadora: Maria Ivone Martins Jacintho  
Barbosa. Coorientadora: Gaby Patrícia Téran Ortiz.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Agricultura Orgânica, 2021.

1. Extrativismo. 2. Embalagens. 3. Fungos. 4.  
Armazenamento. I. Barbosa, Maria Ivone Martins  
Jacintho , 1977-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em  
Agricultura Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**GUSTAVO RODRIGUES MORGADO**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica, área de concentração em Agricultura Orgânica.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 27/07/2023.**

Dra. Maria Ivone Martins Jacintho Barbosa  
Dra. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFFRJ)  
Orientadora, Presidente da Banca

Dra. Elga Batista da Silva  
Dra. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFFRJ)

Dra. Luana da Silva Botelho  
Dra. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais (IFNMG)

---

Emitido em 12/12/2023

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS N° 27508/2023 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 13/12/2023 15:36 )*

ELGA BATISTA DA SILVA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DeptHOT (12.28.01.00.00.00.00.10)  
Matrícula: ####567#5

*(Assinado digitalmente em 14/12/2023 19:06 )*

MARIA IVONE MARTINS JACINTHO BARBOSA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DTA (12.28.01.00.00.00.00.46)  
Matrícula: ####243#8

*(Assinado digitalmente em 12/12/2023 15:20 )*

LUANA DA SILVA BOTELHO  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ####.####.656-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **27508**, ano: **2023**,  
tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **12/12/2023** e o código de verificação:  
**17d95896e5**

## **DEDICATÓRIA**

“Dedico esta dissertação aos meus pais. Sem eles nada seria possível. Os pilares da minha formação e educação como ser humano.”

Agradeço aos meus pais por todo apoio incondicional que me deram, em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Este trabalho é dedicado a eles, os meus maiores e melhores orientadores na vida.

Pensando nas pessoas e na comunidade onde estou inserido, é que mudei toda a trajetória da minha pesquisa e executei este projeto, por isso dedico este trabalho a todos as pessoas, a quem esta pesquisa possa contribuir de alguma forma.

A finalização desta dissertação, ela resume em gratidão. Gratidão por tudo que vi e vivi aos longos destes dois anos. A todos àqueles que de alguma forma ajudaram e contribuíram durante o desenvolvimento da minha dissertação, fica o agradecimento e dedicatória.

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus, que nos momentos de angustia e dificuldades, me deu força para continuar.

A minha orientadora, professora Maria Ivone, pela oportunidade de realizar este trabalho, pelo conhecimento compartilhado, por toda orientação dada no desenvolvimento desta pesquisa. Agradecer pela paciência e por me acalmar nos momentos que achei que não ia conseguir.

A minha coorientadora, professora Gaby Patrícia, pela contribuição, pela paciência, e por, prontamente me ajudar nos momentos que precise. Agradecer pelos ensinamentos compartilhados na minha graduação e agora no meu mestrado. Grato por tudo e pode ter certeza, eu realmente aprendi e aprendo muito com você.

Ao professor Renato, um grande amigo, que me deu forças e conselhos em todos os momentos que precisei. Obrigado pelas orientações e correções de língua portuguesa. O meu mestre da linguagem. Serei eternamente grato.

A professora Ana Amélia que me incentivou a ingressar neste mestrado, enviando o edital, material para estudo. A professora Luana Botelho pela orientação e compartilhamento de material, o professor Alisson Macendo pela ajuda no processamento dos dados dos resultados obtidos. O professor Lucas Mendes pela correção da tradução.

Ao IFNMG – *Campus Arinos* por me permitir participar deste mestrado e empréstimo dos laboratórios. A Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária – COPABASE, pelas informações prestadas e amostras disponibilizadas. Obrigado pela parceria, foi de suma importância para a conclusão da pesquisa.

Ao Diretor-Geral do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*, Professor Rafael Bastos Teixeira, pela parceria e empréstimos dos laboratórios e equipamentos para realização das análises. Esta instituição a qual tenho orgulho, por ter concluído meu curso Técnico em Agropecuária enquanto Escola Agrotécnica Federal, o curso de Técnico em Agroindústria enquanto CEFET e agora esta parceria para conclusão do meu mestrado enquanto IFMG – *Campus Bambuí*.

Aos laboratoristas Fernanda Gonçalves Carlo, Júlia Bahia Miranda, Tiago Garcia da Cunha e Maria Cristina da Silva Barbosa do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus Bambuí*, pela ajuda nas análises, pela paciência e orientações.

Aos meus orientandos Anderson Gouveia dos Santos, Samuel Oliveira, José Henrique Nogueira e Rodrigo Faria pela participação nos projetos de extensão. Obrigado pela ajuda e paciência.

Agradeço a toda equipe do Curso de Mestrado em Agricultura Orgânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, o corpo docente, coordenação, aos meus colegas de turma e da turma de 2022, aos quais fico muito grato por ter feito parte.

## RESUMO

MORGADO, Gustavo Rodrigues. **Caracterização e avaliação da qualidade das castanhas e amêndoas de baru *in natura* e torradas utilizando diferentes tipos de embalagens.** 2023. 82p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

O Cerrado brasileiro apresenta uma flora muito diversificada, com frutos altamente nutritivos como o baru. A amêndoa do baru tem se destacado no mercado, por ser uma fonte de nutrientes e tem sido muito consumida pela população em geral, tanto na forma *in natura* quanto torrada. Verificam-se poucas pesquisas no que diz respeito à conservação pós-colheita como temperaturas de torrefação e armazenamento, além do tipo de embalagem adequada a ser utilizada. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar presença de micotoxinas em castanhas de baru e as características físicas e químicas das suas amêndoas *in natura*, coletadas nos municípios do Noroeste de Minas Gerais, bem como das amêndoas torradas comparando três tipos de embalagens utilizadas pelos agricultores e a embalagem utilizada pela Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária – COPABASE, para verificar a sua conservação por um período de armazenamento de 0, 45, 90 e 135. Na primeira etapa do estudo, foi avaliada a presença de micotoxinas das castanhas do baru armazenadas pelos produtores rurais. Na segunda etapa foram avaliadas as características físico-químicas como: largura, comprimento, massa, pH, acidez titulável, teores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas das amêndoas *in natura*. Na terceira etapa, após a torrefação das amêndoas, para a caracterização físico-química as mesmas foram acondicionadas em embalagens plásticas de diferentes agricultores (polietileno de baixa, poli (tereftalato de etileno) ou PET de garrafa e de potinho e a embalagem da COPABASE (PEBD (Polietileno de baixa densidade com laminado), para verificar se ocorreram alterações, durante o armazenamento pelo período de tempo determinado, além da contagem padrão de bactérias em placas, enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes por meio da técnica de tubos múltiplos, para todos os tratamentos, durante o armazenamento. Em relação à presença de fungos nas castanhas do baru, a microflora encontrada incluía *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* spp, sendo as castanhas oriundas de Arinos, Buritis, Igrejinha e Riachinho as que apresentaram maiores incidências dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. e *Fusarium* spp. Já as análises estatísticas descritivas aplicadas aos dados físicos e químicos das amêndoas de baru variaram nas regiões estudadas, onde Arinos apresentou as melhores características e Riachinho apresentou as menores médias, o que pode estar associado a aspectos como região, clima, forma de armazenamento, a composição, variações ambientais e genéticas, entre outros. De acordo com as análises estatísticas descritivas aplicadas aos atributos de qualidade das amêndoas de baru torradas em função da embalagem e períodos de armazenamento, as embalagens da COPABASE e PETGAR, foram as melhores, por permitirem uma melhor conservação dos atributos de qualidade avaliados, mantendo suas características físicas, físico-químicas e microbiológicas.

**Palavras-chave:** Extrativismo. Embalagem. Fungos. Armazenamento.

## ABSTRACT

MORGADO, Gustavo Rodrigues. **Characterization and quality evaluation of baru nuts and almonds *in natura* and roasted using different types of packaging.** 2023. 82p. Dissertation (Master in Organic Agriculture). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

The Brazilian Cerrado has a very diverse flora, with highly nutritious fruits such as baru. The baru almond has stood out in the market, as it is a source of nutrients and has been widely consumed by the general population, both fresh and roasted. There is little research with regard to post-harvest conservation such as roasting and storage temperatures, in addition to the type of suitable packaging to be used. Therefore, the objective of this work was to evaluate the presence of mycotoxins in baru nuts and the physical and chemical characteristics of their raw almonds collected in the municipalities of the Northwest of Minas Gerais, as well as roasted almonds, comparing three types of packaging used by farmers and the packaging used by the Sustainable Family Agriculture Cooperative based on the Solidarity Economy – COPABASE, to verify its conservation for a storage period of 0, 45, 90 and 135. In the first stage of the study, the presence of mycotoxins in the nuts was evaluated of baru stored by rural producers. In the second stage, the physical-chemical characteristics were evaluated, such as: width, length, mass, pH, titratable acidity, moisture content, proteins, lipids and ashes of raw almonds. In the third stage, after roasting the almonds, for physical-chemical characterization, they were packed in plastic packaging from different farmers (low-grade polyethylene, poly(ethylene terephthalate) or PET bottle and jar and COPABASE packaging (LDPE (Laminated Low Density Polyethylene), to verify if changes have occurred during storage for the specified period of time, in addition to the standard plate count of bacteria, enumeration of total coliforms and thermotolerant coliforms using the multiple tube technique, to all treatments during storage. Regarding the presence of fungi in baru nuts, the microflora found included Aspergillus flavus, Aspergillus niger, Aspergillus ochraceus, Penicillium sp., Cladosporium sp., Rhizopus spp, with the nuts coming from Arinos, Buritis, Igrejinha and Riachinho presented the highest incidences of the genera Aspergillus and Penicillium. and Fusarium spp. As for the descriptive statistical analysis applied to the physical and chemical data of baru almonds, they varied in the regions studied, where Arinos presented the best characteristics and Riachinho presented the lowest averages, which may be associated with aspects such as region, climate, storage method, composition, environmental and genetic variations, among others. According to the descriptive statistical analyzes applied to the quality attributes of roasted baru almonds depending on the packaging and storage periods, the COPABASE and PETGAR packaging were the best, as they allow better conservation of the evaluated quality attributes, maintaining their physical, physicochemical and microbiological characteristics.

**Keywords:** Extractivism. Packaging. Fungi. Storage.

## LISTA DE ABREVIAÇÕES E SÍMBOLOS

AFL	Aflatoxina
AFLs	Aflatoxinas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Official Analytical Chemists
AW	Atividade de água
B	Blue
BDA	ágar batata dextrose
B.O.D	<i>Biochemical Oxygen Deman</i>
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CO <sup>2</sup>	Dióxido de Carbono
COPABASE	Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária
cPA	ácido ciclopiazônico
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERRO's	Espécies reativas de oxigênio
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FENABARU	Festa Nacional do Baru
FDA	Federal Drug Administration
G	Gree
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KCAL	Quilocaloria
LMT	Limites Máximos Tolerados
LST	Caldo Lauril Sulfato de Sódio
MS	Ministério da Saúde
N	Nitrogênio
NaOH	hidróxido de sódio
NM	Nanômetro
NPM	Número Mais Provável
ONU	Organização das Nações Unidas
OTA	ocratoxina A
PCA	ágar padrão para contagem
PPB	parte por bilhão
PEAD	polietileno de alta densidade
PEBD	polietileno de baixa densidade
PP	polipropileno
PET	poli (tereftalato de etileno)
PETPOT	poli (tereftalato de etileno) de potinho
PETGAR	poli (tereftalato de etileno) de garrafinha
PEVS	Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura
PFNMs	Produtos Florestais Não Madeireiros
pH	Potencial hidrogeniônico
PNSQV	Plano Nacional de Segurança e Qualidade dos Produtos de Origem

**Vegetal**

PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PVC	policloreto de vinila
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RL	Radicais livres
RNA	Ácido ribonucléico
SNIF	Serviço Nacional de Informações Florestais
UE	União Europeia
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UR	Umidade relativa
UTI/mg	Unidade de Tripsina Inibida por miligrama
VB	Caldo Verde Brilhante
VET	Valor Energético Total
$\mu\text{g}/\text{kg}$	Microgramas por mililitro

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados de produção da COPABASE.....	9
Tabela 2. Porcentagem dos frutos coletados por entrevistados na zona rural do município de Arinos– MG.....	13
Tabela 3. Determinação da composição centesimal, relatada por diferentes autores.....	18
Tabela 4. Limites máximos tolerados para a presença de toxinas em alimentos.....	28
Tabela 5. Médias dos teores de umidade e lipídios de algumas castanhas e amêndoas, por diferentes autores.....	29
Tabela 6. Incidência de fungos em diferentes amostras de castanha de baru.....	44
Tabela 7. Médias dos valores de largura (L), comprimento (C) e massa (M) de amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais....	49
Tabela 8. Médias dos valores de Acidez, pH e umidade das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais.....	50
Tabela 9. Médias dos valores de lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais....	51
Tabela 10. Desdobramento da massa das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens dentro do período de armazenamento	53
Tabela 11. Médias dos valores de umidade das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento ..	53
Tabela 12. Médias dos valores de pH das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	55
Tabela 13. Médias dos valores de lipídios das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento ..	57
Tabela 14. Médias dos valores de proteínas das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento ..	58
Tabela 15. Médias dos valores de cinzas das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	60
Tabela 16. Resultado de coliformes totais a 35°C das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	61
Tabela 17. Resultado de coliformes totais a 45°C das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	62
Tabela 18. Resultado microbiológico para bactérias aeróbias mesófilas das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	59

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 01. Fatores antinutricionais, alimentos que contêm efeitos e métodos de redução.....21

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição dos biomas brasileiros.....	5
Figura 2. Local de armazenamento e veículo mais utilizado no transporte.....	9
Figura 3. Locais de armazenamentos das castanhas do baru.....	10
Figura 4. Equipamentos mais utilizados para a quebra dos frutos.....	10
Figura 5. Adaptação feita com uma foice de ferro, presa a um troco de madeira.....	11
Figura 6. Embalagens utilizadas pelos agricultores para comercialização das amêndoas .....	11
Figura 7. (A) Árvore do barueiro ou baruzeiro e (B) Galhos com frutos imaturos de baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog).....	15
Figura 8. Fruto do baru ( <i>Dipteryx alata</i> Vog).....	16
Figura 9. Fruto do baru: epicarpo (casca) seta vermelha; pericarpo (polpa), seta azul; endocarpo seta verde, amêndoas seta preta.....	16
Figura 10. Amêndoas do fruto do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog).....	17
Figura 11. Estruturas químicas das aflatoxinas B1, B2, G1, G2.....	25
Figura 12. Torrefadora de amêndoas do baru da COPABASE.....	33
Figura 13. Embalagens utilizadas no armazenamento de amêndoas de baru.....	34
Figura 14. Determinação utilizando o método de incubação em papel-filtro “Blotter test”....	35
Figura 15. Balança digital e paquímetro.....	35
Figura 16. Moinho de facas tipo Willye modelo STAR FT-05 – Fontinox.....	36
Figura 17. Titulação em solução padronizada de hidróxido de sódio, análise de acidez.....	36
Figura 18. Análise de pH.....	37
Figura 19. Análise de umidade.....	37
Figura 20. Determinação do teor de proteínas.....	38
Figura 21. Determinação do teor de lipídios.....	39
Figura 22. Análise de cinzas.....	40
Figura 23. Preparo das amostras para análises microbiológicas.....	41
Figura 24. Determinação de coliformes totais e termotolerantes.....	42
Figura 25. Determinação de bactérias aeróbias mesófilas.....	42
Figura 26. Gêneros de Fungos associados aos frutos de baru (A) <i>Aspergillus</i> (B) <i>Penicillium</i> (C e D) Castanha de baru com vários gêneros de fungos.....	45
Figura 27. Colheita e armazenamento das castanhas do baru.....	47
Figura 28. Quebra da castanha do baru para coleta da amêndoas .....	48

Figura 29. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para massa das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	54
Figura 30. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para umidade das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	54
Figura 31. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para pH das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	56
Figura 32. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para lipídios das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	57
Figura 33. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para proteínas das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	59
Figura 34. Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para cinzas das amêndoas dos frutos do barueiro ( <i>Dipteryx alata</i> Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.....	60

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Agricultura familiar.....	3
2.2 O Cerrado brasileiro e suas diversidades.....	5
2.3 O extrativismo do baru.....	7
2.4 Região de estudo da pesquisa.....	12
2.5 A COPABASE.....	13
2.6 Botânica do barueiro.....	14
2.7 Características físicas e nutricionais das amêndoas do baru.....	16
2.8 Compostos bioativos do baru.....	19
2.8.1 Compostos fenólicos.....	20
2.8.2 Fatores antinutricionais do baru e a torrefação.....	20
2.9 Micotoxinas.....	23
2.9.1 Fungos e aflatoxinas.....	24
2.9.2 Fatores que favorecem o crescimento fúngico e produção de micotoxinas.....	25
2.10 Legislação para qualidade de castanhas no Brasil.....	27
2.11 Embalagens.....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	32
3.1 Descrição do estudo.....	32
3.2 Obtenção e coleta das castanhas e amêndoas de baru.....	32
3.3 Torrefação.....	33
3.4 Embalagens e armazenamentos das amostras torradas.....	33
3.5 Análises de qualidade sanitária e levantamento dos principais fungos nas castanhas do baru durante o armazenamento.....	34
3.6 Metodologias das análises físico-químicas.....	35
3.6.1 Determinação de peso, comprimento e largura.....	35
3.6.2 Determinação de acidez e pH.....	35
3.6.3 Determinação de umidade.....	37
3.6.4 Determinação de proteínas.....	38
3.6.5 Determinação de lipídios.....	39
3.6.6 Determinação de cinzas.....	39

3.6.7 Determinação de carboidratos.....	40
3.6.8 Determinação do valor total energético (VET).....	40
3.7 Metodologias das análises microbiológicas.....	41
3.7.1 Preparo das amostras para determinação de contagem de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais e termotolerantes.....	41
3.7.2 Determinação de coliformes totais e termotolerantes.....	41
3.7.3 Determinação da contagem de bactérias aeróbias mesófilas.....	42
3.8 Processamento e análise dos dados.....	43
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	44
4.1 Qualidade sanitária e levantamento dos principais fungos nas castanhas de baru.....	44
4.2 Caracterização físico-química das amêndoas do baru <i>in natura</i> .....	48
4.3 Qualidade físico-química e microbiológica das amêndoas do baru torradas em função da embalagem e períodos de armazenamento.....	52
5 CONCLUSÃO.....	64
6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	65

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é considerado o segundo maior bioma do Brasil. Trata-se de um bioma altamente diversificado, com uma rica flora que, além de produzir frutos com alto valor nutricional, alimenta as atividades extrativistas, gerando renda às famílias das comunidades locais tradicionais.

O município de Arinos, localizado no Noroeste de Minas Gerais, região de Cerrado conhecida como Vale do Urucuia, concentra uma grande quantidade de assentamentos, compostos, em sua maioria, por agricultores que desempenham atividades relacionadas à agricultura familiar e à extração de frutos dos cerrados, como forma de garantir autonomia alimentar e aumentar a fonte de renda familiar.

Em tais circunstâncias, o Instituto Federal de Educação, Ciência e Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, em parceria com Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária – COPABASE, têm um papel importante na organização e qualificação destes produtores/extrativistas que, além de promoverem o desenvolvimento sustentável da região Vale do Urucuia por meio do extrativismo, dedicam-se ao artesanato e à agricultura familiar, atividades diretamente relacionadas às formações identitárias da região.

No que tange às atividades extrativistas, a manutenção das características do fruto pelo maior tempo possível tem demonstrado ser um dos grandes desafios dos agricultores da agricultura familiar, já que estes desconhecem as técnicas de conservação do baru, que vão desde as temperaturas de torrefação e armazenamento, até os tipos de embalagens adequados para alocar o produto. Estas informações são de grande relevância, pois ajudam na avaliação e controle da qualidade do produto, preservando assim as características originais e garantindo maior qualidade e vida útil do fruto no armazenamento.

Tendo em vista a crescente procura e comercialização dos frutos do Cerrado, é importante que eles sejam estudados a fundo, de modo a nos oferecer dados a sua constituição e valores nutricionais. Entre as espécies mais consumidas e atualmente comercializadas, está o fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.). O fruto do baru produz uma amêndoia ou castanha com alto valor proteico e que tem um sabor parecido ao do amendoim, podendo ser consumida na forma *in natura* ou torrada, bem como na forma de farinha. No fruto do baru, ainda pode-se extrair o óleo da amêndoia.

Devido aos componentes do fruto do baru, torna-se imprescindível conhecer suas características após a extração, armazenamento e eventuais processos de industrialização, pois alimentos que apresentam características de baixo teor de umidade e alto teor de gorduras podem sofrer alterações indesejadas, durante a estocagem, como por exemplo, a rancificação.

Alguns alimentos como a amêndoia do baru, após serem processados (torrefação), apresentam características como alto teor de gordura e baixo teor de umidade, especificidades responsáveis por fazer com que, eventualmente, ganhem umidade durante o armazenamento e como consequência causem danos como a rancificação de gorduras e perda de textura.

Manter a conservação pós-colheita das amêndoas de baru pode evitar as mudanças nas suas características, mantendo a qualidade dos produtos, além de evitar a contaminação por fungos produtores de aflatoxinas.

Uma das principais causas de contaminação das castanhas do baru por microrganismos e fungos produtores de aflatoxinas, ocorre no início da coleta do fruto, os quais permanecem em contato com o solo por dias antes do acondicionamento. Além disso, a falta de conhecimento dos agricultores extrativistas faz com que adotem práticas agrícolas inadequadas, favorecendo o crescimento e propagação dos fungos durante o armazenamento.

A utilização de embalagens adequadas para a castanha do baru e suas amêndoas é importante para que atenda às suas necessidades de conservação em virtude da sua composição química, pode ajudar a melhorar ou, até mesmo, estender a sua vida útil.

Sendo assim, o uso de embalagens plásticas para armazenamento de amêndoas de baru tem crescido muito em razão de suas características. Pelo fato de apresentarem alta permeabilidade aos gases e vapor d'água, resistência a alterações químicas e irradiações luminosas, tais embalagens podem ajudar na manutenção das características do produto, mantendo sua conservação durante o armazenamento.

Outro aspecto importante a ser observado em relação à amêndoas do baru é que um fator limitante para o seu consumo *in natura* é o alto teor de inibidor de tripsina que a constitui. Quando a amêndoas está crua, este inibidor impossibilita a absorção de nutrientes para o organismo e somente pode ser desativado pelo processo de torrefação, o que evidencia a importância da execução correta dessa etapa de processamento do produto.

Nesse sentido, é importante conhecer bem o processo de torrefação, utilizando corretamente a temperatura e controlando o tempo, pois estes fatores, além de modificar as características físicas, químicas e sensoriais do baru, é capaz de reduzir seu teor de umidade, aumentando, portanto, sua vida útil e estabilidade.

Para os agricultores da agricultura familiar envolvidos diretamente na cadeia produtiva do baru, ter conhecimento do processo de torrefação torna-se essencial, tendo em vista que esta operação é realizada artesanalmente nas propriedades, sem nenhum tipo de controle de tempo e temperatura, o que pode trazer problemas ao produto final, como perda de qualidade e padronização.

Os alimentos podem sofrer modificações durante o armazenamento e um meio de manter a segurança dos mesmos é o uso de embalagens que garantam a manutenção das características dos alimentos em condições adequadas para o consumidor final.

Diante do exposto, o trabalho terá como objetivo fazer uma avaliação de possível contaminação por micotoxinas nas castanhas e amêndoas do baru *in natura* durante o seu armazenamento, bem como estudar a caracterização físico-química das amêndoas do baru *in natura* e torradas, utilizando diferentes tipos de embalagens, em determinados tempos de armazenamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Agricultura familiar

Organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), reconhecem e atestam como a agricultura familiar tem colaborado para manter a soberania alimentar dos povos, de forma a gerar empregos e renda e ao mesmo tempo se caracteriza por uma forma de agricultura que tem a proposição de um aspecto socialmente justa economicamente viável e ambientalmente sustentável (GHIZELINI; ARAGÃO, 2019).

Segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO, 2019), a agricultura é responsável por 80% da comida mundial, contribuindo para a sustentabilidade e a preservação dos alimentos regionais, o que, na prática, se traduz como incentivo para as dietas equilibradas, a restauração dos ecossistemas e a proteção da agrobiodiversidade global.

De acordo com Navarro (2010), a narrativa sobre o surgimento da expressão agricultura familiar são um tanto controversas. A primeira atesta que tal nomenclatura surgiu nos Estados Unidos da América (EUA), sendo muito utilizada em ambientes acadêmicos entre os anos 1950 e 1980. A segunda, por outro lado, estabelece que a terminologia se originou na Europa, também na era contemporânea, período em que a produção agrícola familiar esteve no cerne de muitas pesquisas sociais, mesmo antes da criação formal do termo e de sua socialização.

No Brasil, os trabalhadores rurais foram agentes políticos muito importantes na história de criação da categoria *agricultura familiar*, enquanto modelo de produção agrícola e elemento identitário dos agricultores no cenário brasileiro. Apesar destes grupos terem começado a conquistar seu espaço no final do século passado, essa trajetória foi marcada por lutas e conflitos para constituí-la (CARVALHO, 2020).

A produção da agricultura familiar no Brasil, segundo Hespanol (2000, p. 02), “até o início da década de 1990, e a produção familiar era identificada, sob diferentes perspectivas teóricas, como campesinato, pequena produção, agricultura de baixa renda, agricultura de subsistência, entre outras”. Dependendo da região utilizavam-se outras denominações, como lavradores, principalmente no Nordeste, ou até mesmo colônias pela região Sul do país (NAVARRO, 2010).

De acordo com Missio (2012), na década de 1990 a agricultura familiar entrou no cenário político e o governo começou a criar instituições e programas, visando políticas públicas que apoiavam a agricultura familiar reconhecendo-a e validando-a na literatura brasileira. Como exemplo desses esforços, podemos citar o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado em 1995 para subsidiar, via linha de crédito, essa modalidade de produção agrícola, bem como a Secretaria da Agricultura Familiar, criada em 2003, como uma entidade vinculada Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Em 2006, o Poder Executivo criou a Lei 11.326/2006, que estabelece os conceitos, princípios e instrumentos destinados à formulação das políticas públicas direcionadas à Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Segundo a referida lei, por *agricultor familiar ou empreendedor familiar rural* deve-se compreender qualquer indivíduo que pratique atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I – não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;(Redação dada pela Lei nº 12.512, de 2011);
- IV – dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. A referida lei, também inclui os seguintes beneficiários:
  - I – silvicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo, cultivem florestas nativas ou exóticas e que promovam o manejo sustentável daqueles ambientes;
  - II – aquicultores que atendam simultaneamente a todos os requisitos de que trata o caput deste artigo e explorem reservatórios hídricos com superfície total de até 2ha (dois hectares) ou ocupem até 500 m<sup>3</sup> (quinhetos metros cúbicos) de água, quando a exploração se efetivar em tanques-rede;
  - III – extrativistas que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos II, III e IV do caput deste artigo e exerçam essa atividade artesanalmente no meio rural, excluídos os garimpeiros e faiscadores;
  - IV – pescadores que atendam simultaneamente aos requisitos previstos nos incisos I, II, III e IV do caput deste artigo e exerçam a atividade pesqueira artesanalmente.

Comparando os resultados do Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1996 a 2006, o Brasil teve um crescente aumento do número de agricultores familiares, passando de 4.139.000 para 4.551.855, o que 87,95% do total de estabelecimentos agropecuários (GUANZIROLI; BUAINAIN; SOBBATO, 2012).

De acordo com os dados da pesquisa do Censo Agropecuário do IBGE (2006), a agricultura familiar representa o maior setor agro brasileiro, possuindo cerca de 5.175.489 estabelecimentos agropecuários, sendo que destes, 4.367.902 poderiam ser qualificados como de agricultura familiar. Com os dados da pesquisa pode-se dizer que 84% do total dos estabelecimentos são representados pela agricultura familiar, chegando a ocupar uma de aproximadamente 80,3 milhões de hectares, o que representa 24,3% da área total dos estabelecimentos rurais brasileiros. O estudo ainda aponta que a agricultura familiar contribui significativamente para a produção agropecuária, pois cerca de 38% do valor da produção e 34% do total das receitas do agro brasileiro incide neste setor.

Já os dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017), cerca de 77% (aproximadamente 3,9 milhões) dos estabelecimentos agropecuários foram classificados como sendo de agricultura familiar, revelando que houve redução de 9,5% no número de estabelecimentos em relação ao último censo, de 2006. O estudo ainda aponta que a agricultura familiar foi responsável por cerca de 23% do valor da produção no Brasil, ocupando 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários.

Em relação à distribuição geográfica dos estabelecimentos e produção da agricultura familiar, em 2017, a região Sudeste representa cerca de 17,68%, ou seja, corresponde a 688.945 dos estabelecimentos familiares. Já em termos de ocupação de área, a região Sudeste, abrange 13.735.871 ha, correspondendo, respectivamente, a 16,98% da área nacional ocupada por estabelecimentos familiares (LANDAU; SILVA, 2020).

Segundo a Secretaria de Agricultura do Estado de Minas Gerais (2014), o estado tem 23,278% do número total de agricultores familiares, com uma participação de 2,69% do total de agricultores familiares. A região do Noroeste de Minas é composta por 22 municípios,

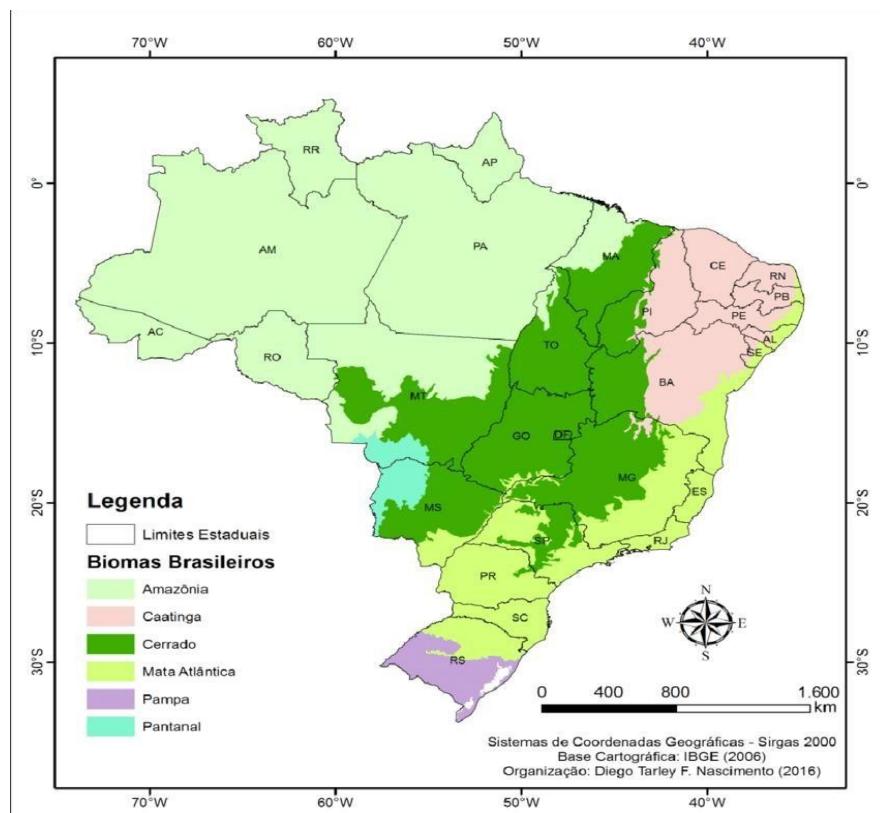
sendo eles: Arinos, Bonfinópolis de Minas, Brasilândia de Minas, Chapada Gaúcha, Dom Bosco, Formoso, Guarda-Mor, João Pinheiro, Lagamar, Lagoa Grande, Natalândia, Paracatu, Pintópolis, Presidente Olegário, Riachinho, Santa Fé de Minas, São Gonçalo do Abaeté, São Romão, Uruana de Minas, Urucuia, Varjão de Minas e Vazante.

A região do Noroeste de Minas Gerais está localizada no chamado Cerrado mineiro, onde se concentra grande produção de baru, que se tornou a fonte de renda de muitas famílias de agricultores familiares através do extrativismo do fruto.

## 2.2 O Cerrado Brasileiro e suas diversidades

Com uma grande biodiversidade, o Cerrado possui três cenários de vegetação (savanas, campestres e florestais) que, divididos em onze subtipos, apresenta uma flora de mais de 10.000 espécies, bem como uma fauna extremamente rica (SANTOS *et al*, 2007). Entretanto, significativas alterações têm sido observadas neste bioma, devido à apropriação indevida dos seres humanos, com suas ações predatórias de desmatamento, queimadas, urbanização e transformações das áreas para o cultivo.

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro (Figura 1). Ocupa uma área de dois milhões de km<sup>2</sup>, que corresponde a 25% do território nacional. Está representado nos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Bahia e Minas Gerais e do Distrito Federal. Ocupa ainda parte dos estados do Maranhão, Piauí, Rondônia e São Paulo, além de áreas disjuntas na região Nordeste encravado no território da caatinga, e na região Amazônica, nos estados do Pará e Roraima (RESENDE; GUIMARÃES, 2007).



**Figura 1.** Distribuição dos biomas brasileiros. Fonte: Gonçalves (2019).

Segundo Domingos (2008), o Cerrado tem atraído o interesse da agropecuária por oferecer uma série de condições propícias para o desenvolvimento de práticas agrícolas, tais como: invernos secos, verões chuvosos, relevo suave e solo fértil, além de uma grande potencialidade hídrica, já que abriga as principais bacias hidrográficas do Brasil.

Com a finalidade de manter a conservação desse bioma, ações devem ser implantadas a fim de evitar prejuízos ambientais, caso contrário podemos perder uma grande alternativa econômica, fundamentada no aproveitamento sustentável da diversidade biológica do Cerrado (BISPO; DINIZ, 2013).

Dentre as ações que podem ser aplicadas visando gerar renda e ao mesmo tempo manter a conservação do bioma, o agroextrativismo, atividades praticadas pelos agricultores familiares têm demonstrado ser a mais eficiente. Com um conhecimento intuitivo, os agroextrativistas fazem a coleta de produtos de forma equilibrada por meio da exploração não predatória, conservando, assim, o bioma na sua forma natural (BISPO; DINIZ, 2014).

A utilização dos frutos do Cerrado pelas famílias de agricultores familiares traz benefícios para o seu enriquecimento e, ao mesmo tempo, evita a degradação dos recursos naturais, gera renda significativa para as comunidades, bem como enaltece a biodiversidade nativa, protegendo, assim, o bioma e a regeneração dos ecossistemas (CARVALHO, 2007).

Uma das dificuldades enfrentadas na comercialização dos produtos do agroextrativismo é a sua valorização no mercado. Os produtos agroextrativistas são bastante delicados nesse processo, e é preciso ter cuidado ao considerar a diversidade e a variedade dos produtos que compõem os grupos produtivos, para evitar prejuízos na produção e coleta e garantir a segurança alimentar. Assim, é essencial valorizar o conjunto de produtos de certas áreas socioprodutivas, como forma de fomentar a produção sustentável e exaltar a riqueza do patrimônio alimentar local (SIMONE; SAWYER; ALMEIDA, 2012).

Os frutos do Cerrado apresentam sabor *sui generis*, podendo ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, licores, sorvetes e geleias. Existem mais de 58 espécies de frutos nativos do Cerrado conhecidos e utilizados pela população. Estes frutos possuem elevado valor nutricional, considerável quantidade de fibras, proteínas, vitaminas, minerais, ácidos graxos saturados e insaturados, presentes nas polpas e nas sementes (CZEDER, 2009).

Muitas espécies nativas desse bioma apresentam alto potencial de exploração econômica, devido às características peculiares, com formas variadas, cores atrativas e sabores característicos. Entretanto, grande parte destas espécies não são conhecidas da população fora do bioma do Cerrado (CALDAS; PIGOZZI; MENDES, 2019).

No domínio dos ecossistemas que constituem o Cerrado, podem ser encontradas várias espécies vegetais nativas exploradas pelas comunidades rurais e urbanas. Espécies como *Caryocar brasiliense* Cambess. (pequi), *Dipteryx alata* Vog. (baru), *Hancornia speciosa* Gomez (mangaba), *Hymenaea* spp. (jatobá), *Eugenia dysenterica* (cagaita), *Anacardium humile* A. St.-Hil. (cajuzinho), *Talisia esculenta* Radlk. (pitomba), entre outras, são utilizadas diretamente para alimentação e comercialização (MAGALHÃES, 2011).

A caracterização dos compostos bioativos em frutos do Cerrado é de grande relevância para a busca de fontes alternativas e que possam agrupar atributos desejáveis (propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anticarcinogênicas, antidegenerativas e retardadoras de envelhecimento). Este incremento pode ocorrer na formulação de novos produtos, ou mesmo na ingestão *in natura*, uma vez que tais compostos são de interesse tanto para a indústria de alimentos quanto para a de fármacos e de cosméticos (REIS; SCHMIELE, 2019).

O fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog), que será objeto de estudo desta dissertação, é

uma das espécies do Cerrado que apresenta grande potencial econômico para a região de Arinos e para os agricultores familiares que utilizam sua exploração de forma sustentável como fonte de renda.

### 2.3 O extrativismo do baru

De acordo com dados do Serviço Nacional de Informações Florestais (SNIF), o baru ocorre com maior frequência nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, onde a sua coleta e comercialização é bem difundida. Em menor escala ocorrem nos estados da Bahia, Maranhão, Pará, Piauí, Rondônia, Tocantins e norte de São Paulo.

O baru (*Diperyx alata* Vog.) é uma árvore leguminosa arbórea, localizada no Cerrado e que está dentro de um grupo de 110 espécies nativas com grande potencial econômico para a comunidade da região onde está inserida, sendo dentre deste grupo, a 10<sup>a</sup> espécie mais propícia para o cultivo. Com uma produção em média de 850 kg de amêndoas, cerca de 2000 mil frutos por árvore, o baru, além de trazer uma renda para os agricultores familiares, pode oferecer grandes benefícios para o bioma e para a conservação da espécie (Ribeiro *et al.*, 2000); tendo em vista que em algumas localidades, como São Paulo, encontra-se em vias de extinção (SIQUEIRA; NOGUEIRA, 1992).

As amêndoas do baru têm excelente qualidade nutricional, com altos valores de nutrientes como proteína bruta (26,3%) e lipídios (33,3%) (Freitas, 2009), sendo uma oleaginosa com grande potencial a ser utilizada na dieta humana.

A produção e beneficiamento da castanha de baru tornaram-se uma atividade do extrativismo, normalmente realizado por agricultores familiares, que se beneficiam da venda das suas amêndoas como uma forma de complementação de renda familiar.

Uma das primeiras atividades realizada pelos seres humanos foi o extrativismo, como uma forma de garantir a sua subsistência. O extrativismo vegetal sempre esteve presente na história econômica brasileira. Atualmente, várias famílias de agricultores que utilizam da agricultura como seu principal meio de sobrevivência, encontraram na extração dos Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNMs) uma forma de aumentar a renda familiar (MAGALHÃES, 2011).

Várias definições para extrativismo podem ser encontradas na literatura, como descrito no trabalho de Mota *et al.* (2014), quando descreve o extrativismo como uma forma de exploração dos recursos naturais em diferentes ecossistemas e destinados a diferentes mercados, englobando também o extrativismo mineral. Já segundo Drummond (1996), as atividades do extrativismo envolvem formas de produzir bens, englobando a retirada de recursos naturais na sua área de ocorrência natural, em conjunto com outras ocupações econômicas desenvolvidas.

Para Homma (1993) citado por Nepomuceno (2006), a atividade de extrativismo pode ser entendida como um ciclo econômico dividido em três fases. Na primeira, ocorre um aumento da extração relacionada com o crescimento demanda. Já na segunda, a capacidade ampliar a oferta chega ao fim em face das mercadorias que se encontram em acessíveis e do alto custo da extração, em consequência do crescente aumento da área de produção e coleta. Na terceira fase, a extração começa a cair em virtude da introdução do produto domesticado no mercado, desde que atualização da tecnologia que foi domesticada seja economicamente viável.

Conforme apontado por Valadão (2016), a produção da castanha de baru é oriunda do extrativismo vegetal, quase sempre praticados por agricultores familiares, que utilizam da sua comercialização para aumentar a sua renda.

A pesquisa sobre a Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura de 2021 (PEVS) apresenta um levantamento com a produção de 416,7 toneladas de baru, contra 223,7 toneladas em 2020 e 174,82 toneladas produzidas em 2019, demonstrando um crescimento elevando da produção (MENEZES, 2022).

Segundo Bispo e Diniz (2014), citado por Valadão (2006), o agroextrativismo do vale do Urucuia é descrito como uma atividade pluriativa ajudando na permanência das famílias em suas propriedades, desempenhando diversas funções no meio rural. O Vale do Rio Urucuia, na qual está inserida a localidade de Arinos, sofreu considerável devastação de sua vegetação original de maneira ilegal, para a extração de carvão vegetal.

Atualmente, estão em andamento projetos que visam o reconhecimento da biodiversidade e do extrativismo sustentável de frutos nativos. O agroextrativismo na região tem o destaque com a colheita de algumas variedades de frutos coletados por agroextrativistas como o araçá (*Psidium cattleianum*), araticum (*Annona crassiflora*), baru (*Dipteryx alata*), buriti (*Mauritia flexuosa*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), coco macaúba (*Acrocomia aculeata*), coquinho azedo (*Butia capitata*), jatobá (*Hymenaea* Sp.), mangaba (*Hancornia speciosa*) e pequi (*Caryocar brasiliense*), sendo os mais relevantes o baru seguido do pequi (MENEZES, 2022).

Com base em estudos conduzidos no ano de 2013 por Bispo (2014), constatou-se a ocorrência de um extrativismo da castanha do baru na região. A aquisição dessas castanhas era predominantemente realizada através da Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária (COPABASE), bem como por numerosos atravessadores, principalmente provenientes de Brasília. Além disso, observou-se que a maioria dos produtores optava por comercializar seus produtos com os atravessadores devido à diferença nos preços pagos, que chegava a ser até quatro reais a mais do que o valor oferecido pela cooperativa.

Segundo Menezes (2022), no contexto do agroextrativismo na região do Vale do Urucuia, o baru emergiu como o principal fruto nativo do Cerrado a ser comercializado, apresentando um notável aumento em seu valor de mercado. O preço das amêndoas comercializadas subiu de R\$ 15,00 por quilo em 2013, para R\$ 25,00 por quilo em 2018. De acordo com informações da COPABASE, no ano de 2023, o preço das amêndoas de baru *in natura* varia entre R\$ 30,00 a R\$ 32,00 reais por quilo, enquanto as amêndoas torradas oscilam entre R\$ 60,00 a R\$ 100 o quilo.

Segundo dados também da COPABASE, a produção de baru em dez municípios da região do Vale do Urucuia (Riachinho, Arinos, Uruana de Minas, Natalândia, Brasilândia, Buritis, Chapada Gaúcha, São Romão, Unaí, Dom Bosco, além do Noroeste de MG) demonstra um crescimento expressivo nos últimos seis anos, conforme Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados de produção do baru segundo a COPABASE.

Ano	Nº de extrativistas	Volume (ton)	Valor da Produção (R\$)	Preço Médio (R\$)	Volume (kg)
2017	115	5,03	115.510,00	22,98	5.026,00
2018	73	5,67	131.881,00	23,28	5.665,00
2019	324	11,02	304.449,00	28,40	11.017,00
2020	80	7,57	227.000,00	30,00	7.566,00
2021	115	16,65	452.215,00	27,16	16.648,00
2022	91	6,35	138.582,08	28,00	6.345,51

2022: dados parciais até setembro

**Fonte:** COPABASE (2022).

A coleta do fruto do baru pelos agricultores ocorre entre os meses de julho a outubro, dependendo da localidade e das condições climáticas. Esses frutos podem ser armazenados por aproximadamente 11 meses devido à sua capacidade de conservação quando são submetidos a um armazenamento adequado.

Conforme Valadão (2016), o transporte dos frutos após a colheita até os locais de armazenamento é realizado internamente, ou seja, por meio de carroça (56,67%) e carro (40%). Esses meios de transporte auxiliam no deslocamento de aproximadamente 5,5 sacos de 60 quilos cada, conforme ilustrado na Figura 2.



**Figura 2.** Local de armazenamento e veículo mais utilizado no transporte. Fonte: Valadão (2016).

Como uma estratégia de venda, os agricultores optam por armazenar a produção de baru, tirando proveito da sazonalidade da colheita para obter preços mais favoráveis durante a entressafra. Geralmente, a produção é conservada por cerca de 3,68 meses, enquanto os agricultores processam as castanhas de acordo com a demanda de compra. Quanto aos locais de armazenamento, eles utilizam suas próprias residências, incluindo varandas ou outros cômodos desocupados, bem como galpões e paióis (VALADÃO, 2016). Essa prática é

coerente com as informações obtidas durante visitas realizadas *in loco* as propriedades rurais, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3.** Locais de armazenamentos das castanhas do baru. Fonte: Morgado (2023).

Para a extração das amêndoas do baru, os agricultores utilizam como ferramenta um machado, facão ou foice, os quais são amoldados a um tronco de madeira. É nesse momento que ocorre a quebra da castanha, ou seja, o endocarpo lenhoso, conforme ilustrado Figura 4 (VALADÃO, 2016). Além disso, os agricultores também utilizam outra ferramenta adaptada, que consiste em fixar uma foice de ferro a um tronco de madeira, como mostrado na Figura 5.



**Figura 4.** Equipamentos mais utilizados para a quebra dos frutos do baru. Fonte: Valadão (2016).



**Figura 5.** Adaptação feita com uma foice de ferro, para extração da amêndoas do baru, presa a um troco de madeira. Fonte: Morgado (2023).

Após a quebra das castanhas do baru, as amêndoas são vendidas tanto cruas para a COPABASE ou atravessadores quanto torradas. Quando comercializadas nas feiras locais de Arinos ou mesmo nas propriedades rurais, as amêndoas são embaladas em garrafas de refrigerante feita de Polietileno Tereftalato (garrafas PET), sendo que alguns utilizam também os sacos plásticos, como ilustrado na Figura 6.



**Figura 6.** Embalagens utilizadas pelos agricultores para comercialização das amêndoas. Fonte: Morgado (2023).

## **2.4 Região de estudo da pesquisa**

No Estado de Minas Gerais, segundo Coura (2007), região dominada pelo Cerrado está situada na porção centro-occidental e abrange aproximadamente 57% da extensão territorial do Estado, enquanto o domínio da Mata Atlântica está localizado na porção oriental, cobrindo mais de 41% da área total do estado. Já o domínio da Caatinga, presente apenas no norte do estado, engloba menos de 2% do território mineiro.

O Vale do Urucuia, especificamente, é uma região que muito se preocupa com as consequências da degradação que o Cerrado vem sofrendo. Esta é uma região localizada no semiárido mineiro e marcada por diferenças culturais, sociais, econômicas e ambientais, quando comparada às demais regiões mineiras (MOURÃO, 2011).

De clima quente, com temperatura média acima dos 18 °C, o Noroeste de Minas apresenta um inverno suave e com verão quente e longo. Na região está inserida a bacia hidrográfica do Rio Urucuia, onde estão presentes os municípios: Arinos, Bonfinópolis de Minas, Brasilândia de Minas, Buritis, Chapada Gaúcha, Dom Bosco, Formoso, Icaraí de Minas, Natalândia, Pintópolis, Ponto Chique, Riachinho, Santa Fé de Minas, São Francisco, São Romão, Ubaí, Uruana de Minas e Urucuia (BISPO; DINIZ, 2014).

Conforme indicado por Rodrigues (2004) no Noroeste de Minas, a atividade de coleta de frutos do Cerrado é uma prática antiga e tem sido realizada ao longo dos anos. No entanto, quando conduzida sem a devida orientação técnica adequada, essa pode acarretar consequências prejudiciais para o bioma, como a redução da disponibilidade natural dos produtos. Os principais problemas associados à oferta dos frutos incluem o desmatamento para produção de carvão e atividades agrícola, as queimadas e o corte de árvores para a coleta dos frutos, além das contaminações por pragas.

Na região de Arinos, localizada no Vale do Urucuia, no Noroeste do Estado de Minas Gerais, encontram-se agricultores familiares que, por meio da agroecologia e agricultura familiar, utilizam o agroextrativismo como maneira de agregar valor econômico aos frutos do Cerrado. Essa prática não pode ser considerada como extrativismo predatório. A região abriga um grande número de assentamentos e propriedades que dependem principalmente da agricultura familiar como forma de subsistência, adotando uma abordagem de economia solidária (SILVEIRA, 2020).

Na região de Arinos, o fruto do baru tem destaque comercial maior em comparação com outros frutos explorados. No ano de 2018, a safra atingiu cerca de 10 toneladas de castanhas beneficiadas, e a expectativa para o ano de 2019 era de alcançar 15 toneladas. Essa meta quase foi atingida, aonde a produção em 2019 chegou a 13.745,21 kg da castanha do baru segundo dados da COPABASE. Na Tabela 2 apresenta a quantidade de extrativistas que coletam frutos do Cerrado como fonte de renda (SILVEIRA, 2020).

Dentre a porcentagem de fruto coletado pelos extrativistas, podemos verificar que o fruto do baru é o principal. Além do consumo da castanha *in natura* e torrada, o fruto pode ser aproveitado para outros produtos e subprodutos como a farinha, óleo refinado, manteiga, entre outros.

**Tabela 2.** Porcentagem dos frutos coletados por entrevistados na zona rural do município de Arinos – MG.

Frutos do Cerrado	Porcentagem de Agroextrativistas que coletam o fruto (%)
Baru	25,5
Pequi	10,9
Cagaita	10,9
Mangaba	9,1
Buriti	7,3
Jaboticaba	7,3
Araçá	5,5
Jatobá	5,5
Coquinho Azedo	3,6
Jenipapo	3,6

**Fonte:** Silveira (2020).

## 2.5 A COPABASE

Localizada no município de Arinos, na área junto ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, a COPABASE – Cooperativa de Agricultura familiar Sustentável com Base na Economia Solidária Ltda., foi fundada no dia 23 de fevereiro de 2008, partir da demanda por organizar algumas famílias de alguns municípios do noroeste de Minas Gerais (Arinos, Bonfinópolis de Minas, Buritis, Formoso, Pintópolis, Natalândia, Uruana de Minas, Urucuia e Riachinho). O intuito da cooperativa é procurar fomentar a criação de renda aos assentados, através de projetos e parcerias, com a participação de extrativistas e assentados que creem na colaboração mútua.

Segundo Silveira (2020), a COPABASE tem como propósito divulgar conceitos e práticas através de qualificações, cursos, inserção de tecnologias e sistemas de produção agroextrativista e da organização socioeconômica, abrangendo famílias das regiões dos vales do Urucuia e Grande Sertão.

A COPABASE tem como o principal objetivo estimular, favorecer e comercializar tendo como base o desenvolvimento sustentável, produtos da agricultura familiar e do extrativismo de frutos do Cerrado no vale do Rio Urucuia, criando renda e empoderamento, além de exaltar os saberes locais, bem como conservar o Cerrado (MACEDO; AMORIM, 2019).

A COPABASE hoje trabalha diretamente com 52 comunidades do entorno e atende aproximadamente 150 famílias, que estão distribuídas em nove municípios, sendo eles: Arinos, Urucuia, Uruana de Minas, Riachinho, Natalândia, Brasilândia de Minas, Bonfinópolis de Minas, Pintópolis e Dom Bosco. Além do baru beneficia outros produtos como, farinha de mandioca, açafrão, mel de abelhas e polpas de frutas, dentre as quais podemos citar o araticum, a mangaba, a cagaita, o coquinho azedo, o araçá e o jenipapo.

De acordo com informações repassadas pela COPABASE, no ano de 2018, foram adquiridos e beneficiados 2.042,59 kg de castanha do baru e 11.438,81 kg do baru em fruto; em 2019 foram 13.745,21 kg da castanha do Baru e 9.983,75 kg do baru em fruto.

Segundo Rodrigues (2020), a castanha do baru ganhou destaque no mercado no ano de 2010, sendo que hoje a busca pelo produto aumentou consideravelmente, tornando-se a

principal atividade dos extrativistas no período de safra, que compreende os meses de julho e setembro. Através da Fundação Banco do Brasil, que fez um investimento através de dois projetos, Juventude Rural e Programa Ecoforte, a COPABASE implantou uma unidade de beneficiamento da castanha do baru, com uma área de aproximadamente 105 metros quadrados, e adquiriu maquinários, como torradeira, seladora, balanças, despolpadora e quebradeira de frutos.

Na busca de implantar ações que fortaleçam a cadeia produtiva do baru no município de Arinos, no de 2017, foi criada a Fortaleza do Baru, através da cooperação entre as cooperativas Central do Cerrado, com sede em Brasília/DF, e a COPABASE, em Arinos-MG. Com a parceria criada entre as duas cooperativas, foi possível efetivar a expansão Fortaleza e do movimento *Slow Food*. Hoje, a COPABASE se tornou a Fortaleza do \*slow food\* do baru no Brasil, ampliando seu mercado com exportação para os EUA.

No ano de 2017, foi criada pela Secretaria de Cultura do município de Arinos a Festa Nacional do Baru (FENABARU), com o objetivo de dar espaço para a promoção do diálogo, buscando a valorização do turismo e da gastronomia regional com foco no fruto do baru.

Durante o evento, são criados espaços nos quais trabalhos artesanais, pratos da gastronomia local, mesas para a socialização de experiências, seminários e exposição de livros são utilizados como estratégia de divulgação sobre a importância dos frutos do Cerrado para a economia local. Outras atividades incorporadas ao evento são a exposição de receitas derivadas do baru, elaboradas por alunos da rede municipal, estadual e federal; e o concurso gastronômico na modalidade amador e profissional, com apresentação de receitas próprias elaboradas pelos participantes.

## 2.6 Botânica do Barueiro

O barueiro ou baruzeiro, como é mais conhecido, é uma planta promissora devido não só ao seu múltiplo uso, mas alguns estudos indicam sua utilização popular como alimento, forrageiro, madeireiro, melífero e também ornamental. Apresenta potencial de aplicação em projetos que conciliam a preservação dos recursos naturais com rentabilidade econômica, pois permite, na época de seca, renda extra (MARTINS *et al.*, 2009).

O barueiro é considerado uma espécie nativa, mas não endêmica do Brasil, marcando ampla presença nos estados que abrigam o Cerrado Brasileiro, como Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Bahia, Maranhão, Piauí e São Paulo, bem como em países vizinhos, como Paraguai, nas cercanias do complexo do Pantanal (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

O fruto do barueiro é conhecido de acordo com a região em que está inserido, podendo ser chamado de baru, nos estados de Goiás, Tocantins, Minas Gerais e Distrito Federal; cumbaru em São Paulo, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; barujo, coco-feijão e cumaru no Mato Grosso (SANO; BRITO; RIBEIRO, 2006); bem como *tonka beans*, no exterior (SANO; RIBEIRO, BRITO, 2004).

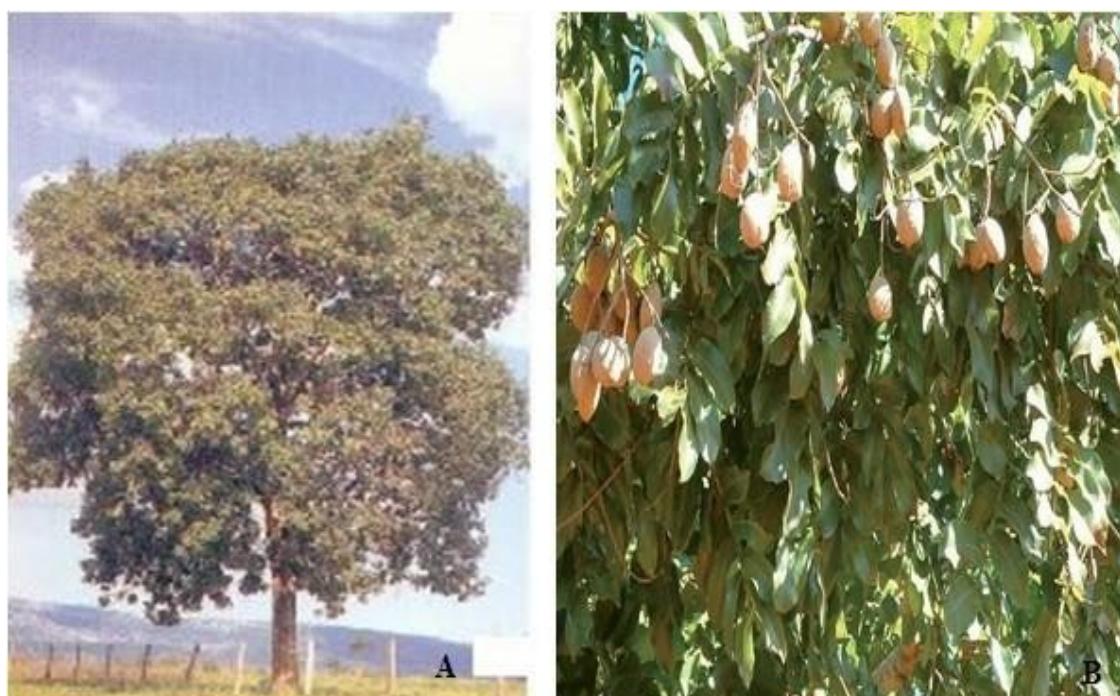
O Baru (*Dipteryx alata* Vog.) pertence à família Leguminosae, a qual apresenta três subfamílias, assim definidas: Caesalpinoideae, Mimosoideae e Faboideae. O gênero *Dipteryx*, pertencente à subfamília Faboideae, que possui 25 espécies, sendo que 15 delas têm incidência no Brasil, mas sendo o baru (*Dipteryx alata* Vog.), a única espécie que ocorre no Cerrado, enquanto que as demais espécies têm ocorrência, principalmente em matas da Floresta Amazônica (VERA, 2007).

A árvore do barueiro (Figura 7 – 2 A) apresenta como características um porte alto, chegando a atingir uma altura de 8 metros e diâmetro de 80 cm a 1 metro. Mas há relatos de árvores que chegaram a atingir de 15 a 25 metros de altura. Sua copa é densa e com folhas compostas por 6 a 12 folíolos de coloração verde intensa, podendo medir de 6 a 8 cm. Sua

florada, que ocorre de outubro a janeiro, apresenta flores pequenas, de coloração que varia de abacate a esverdeada (BORGES, 2004).

A frutificação do fruto do baru ocorre cerca de 6 anos após o seu plantio, sendo que este período pode variar de acordo com a região, em virtude das condições de solo e disponibilidade de água. Sua floração acontece entre os meses de novembro a fevereiro, sendo que a formação dos frutos ocorre a partir do mês de janeiro e a maturação dos frutos entre os meses de julho a outubro, período que compreende a época seca do Cerrado (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).

Sua árvore pode chegar a dar de 1500 a 8000 mil frutos (Figura 7 – 2 B). O fruto possui apenas uma amêndoas comestível, mas, em alguns casos, já se constatou poliembrionia (REIS; SCHMIELE, 2019).



**Figura 7.** (A) Árvore do barueiro ou baruzeiro, Fonte: Lorenzi (1992) e (B) Galhos com frutos imaturos de baru (*Dipteryx alata* Vog.), Fonte: Sano; Brito; Ribeiro (2006).

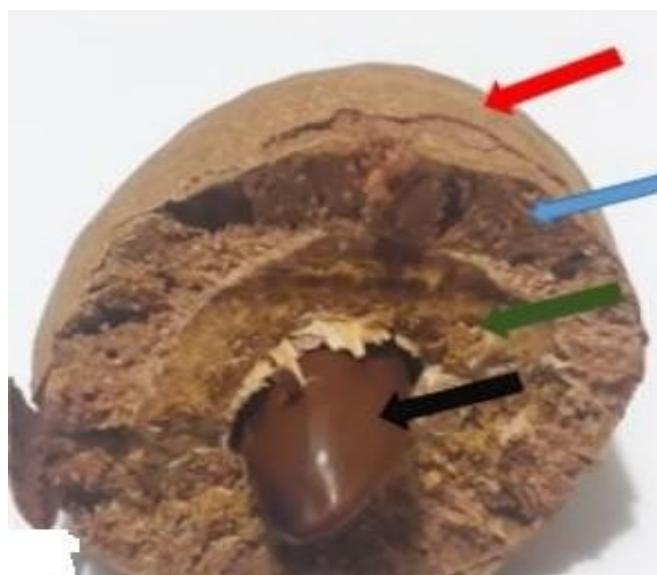
O barueiro produz um fruto do tipo drupa, ovoide, apresentando-se levemente achatado e sua coloração pode ser marrom a marrom-claro. Os frutos do baru podem chegar a medir de 3 a 6 cm de comprimento e 1,5 a 4,5 cm de largura e sua massa de 14 a 43 g (Figura 8 (MELHEM, 1974).

Nos estudos realizados por Vera (2007), os frutos do baru apresentaram médias das massas que variaram entre 26,08 a 37,20 g, com uma média geral de 32,0 g, onde relata que tais diferenças podem ser devido aos fatores genéticos, climáticos, solos e distribuição espacial entre plantas. Entre outros estudos, o fruto do baru apresentou a média geral para o peso de 28,30 g, comprimento e largura de 53,89 mm e 39,37 mm e a espessura de 28,12 mm (CORREA *et al.*, 2008).



**Figura 8.** Fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog). Fonte: Vera (2007).

O pericarpo do fruto do baru é constituído de três camadas: epicarpo coriáceo (casca), o mesocarpo, formando a polpa de coloração marrom, com consistência mole e farinácea, e o endocarpo (caroço), composto por uma parte fibrosa, tornando-o firme e rígido. A coloração da semente pode variar entre marrom claro a escuro, tendo sua forma ovalada a largo-elíptica (Figura 9) (SANO *et al.*, 2016; FERREIRA *et al.*, 1998).



**Figura 9.** Fruto do baru: epicarpo (casca) seta vermelha; pericarpo (polpa), seta azul; endocarpo seta verde, amêndoas seta preta. Fonte: Ferreira *et al.* (2018).

É importante destacar que, após diversas análises por pesquisadores da área de engenharia de alimentos, nutrição, cultura popular, frutos nativos, e recomposição das formações naturais, foi constatado que o baru apresenta alto valor nutritivo (MORAES, 2011).

## 2.7 Características físicas e nutricionais das amêndoas do baru

As nozes verdadeiras são frutas secas e espessas, que apresentam altos valores proteicos e lipídicos. As mais conhecidas incluem amêndoas, pêra, castanha-do-pará, castanha-de-caju, pistache, avelã, macadâmia, noz e castanha. Além dessas, existem várias sementes

comestíveis com atributos semelhantes, mas que têm classificação botânica diferente. Um exemplo é a amêndoia de baru e o amendoim, que possuem elevados teores de lipídios (cerca de 40% a 60%) e de proteínas (8% a 20%) (MARO *et al.*, 2012; FREITAS; NAVES, 2010).

Devido ao fato de o fruto do baru ter uma excelente composição nutricional, sabor e valores significativos, tanto em qualidade quanto em quantidade de ácidos graxos e compostos bioativos, podendo ser consumido na forma *in natura* ou torrada, doces, paçocas, pé-de-moleque, tornou-se alvo de pesquisas para o estímulo da melhoria da saúde, bem como na contribuição para o progresso socioeconômico da população local e sustentabilidade do Cerrado (FIORINI, 2018).

Segundo Sano *et al.* (2006), a amêndoia do baru vem sendo usada como substituto das nozes, bem como empregada na elaboração de uma versão adaptada do *pesto* (molho italiano para massas). Além das nozes, a amêndoia do baru vem substituindo a castanha-do-Brasil, amendoim, castanha de caju, entre outras, na composição de cereais matinais na forma de barras, bombons, bolos e licores.

Segundo Martins *et al.* (2009), a amêndoia do baru apresenta forma que varia de levemente ovalada a largo elíptica, sendo a elíptica a forma mais; ápice levemente arredondado ou levemente truncado, base pontiaguda devido ao polo radicular presente nesta região, com coloração em vários tons de marrom (claro, médio e escuro, quase negro) e tegumento externo liso, brilhante. Possui forma elipsoide, lisa, brilhante, com comprimento que pode variar de 1,0 a 3,5 cm e largura de 0,9 a 1,3 cm (Figura 10) (SANO; RIBEIRO; BRITO, 2004).



**Figura 10.** Amêndoas do fruto do barueiro (*Dipteryx alata* Vog). Fonte: Vera (2007).

Dados próximos aos relatados por Sano, Ribeiro, Brito (2004), podem ser verificados nos estudos realizados por Vera *et al.* (2009), utilizando amêndoas de várias regiões de Goiás, que foram valores de 1,11 a 1,48 g, com média geral de 1,29 g para massas, 22,79 a 26,97 mm, com média geral de 24,89 mm para comprimento, 9,99 a 11,58 mm, apresentando média geral de 10,66 mm para largura e 8,20 a 9,11 mm, com média geral de 8,52 mm para espessuras e Vieira, Zuñiga e Ogawa (2020), descreve valores médios de 23,2 x 9,8 x 8,4 mm para comprimento, largura e espessura respectivamente.

As amêndoas e grãos, em geral, apresentam baixos teores de umidade, o que as caracteriza em produtos com maior tempo de vida útil. A quantidade de água (umidade) presente em um alimento, está associada à sua estabilidade, qualidade de composição, o que afeta diretamente a sua estocagem, a embalagem adequada para manter sua conservação e o

processamento a ser utilizado (PEREDA *et al.*, 2005).

De acordo com estudos realizados por Vera *et al.* (2009), os teores médios de umidade das amêndoas de baru variaram entre 2,93% a 5,07%. Outras pesquisas relataram valores superiores, como Oliveira *et al.* (2014), que constatou 5,70% para os frutos coletados na região de Sidrolândia, no estado de Mato Grosso do Sul; Botezelli *et al.* (2000) encontraram valores variando de 6,14% a 8,25% em estudos com quatro procedências de amostras de amêndoas de baru; e Freitas (2009) encontrou valores de 5,95%, considerados baixos em ambas as amostras.

A amêndoa do baru é apontada como uma fonte alimentar importante, apresentado excelente valor nutritivo, com um dos maiores índices proteicos entre as oleaginosas (em torno de 30%) e altos teores de lipídios (em torno de 40%), além dos macronutrientes minerais como potássio, fósforo e enxofre e ferro e diversos aminoácidos como, valina, isoleucina, leucina, cistina, metionina, tirosina, fenilalanina, essenciais na alimentação humana (SOUZA; SILVA, 2015; VERA *et al.*, 2009).

Na literatura, são encontrados vários estudos no que se refere às características físico-químicas e nutricionais da semente do baru. Na Tabela 3, podemos verificar o alto valor nutricional da amêndoa do baru, bem como uma grande variação nos valores, podendo ser causado por diferentes fatores, entre eles, a região, o solo, água, etc.

**Tabela 3.** Determinação da composição centesimal do baru, relatada por diferentes autores.

Fonte	Umidade %	Proteínas %	Carboidratos %	Lipídios %
De Oliveira (2011, p. 39)	3,4	29,9	12,2	41,9
<b>Lima <i>et al.</i> (2010, p. 339)</b>	3,2	26,9	11,5	40,9
Lemos (2012, p. 92)	5,8	23,8	26,9	46,4
<b>Czeder <i>et al.</i> (2012, p. 750)</b>	3,58	30,9	9,2	41,2
Freitas (2009, p. 32)	1,8	27,96	10,01	43,4
<b>Fernandes <i>et al.</i> (2010, p. 1653)</b>	3,71	25,8	13,6	41,9

A amêndoa do baru, considerando seu potencial e comparado a outras oleaginosas e nozes estudadas, apresenta alto teor de proteínas em sua composição. De acordo com estudos realizados por Freitas (2009), a amêndoa de baru apresentou 27,96 g (100 g)<sup>-1</sup> de conteúdo proteico, sendo superior ao da castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa*; 16,30%), a castanha-de-caju (*Anacardium occidentale*; 23,04%) e menor do que o amendoim (*Arachis hypogaea*; 32,30%); Venkatachalam; Sathe (2007) relataram em seus estudos, maior conteúdo proteico do que a avelã (*Corylus avellana*; 14%), a macadâmia (*Macadamia integrifolia*, 8%), a noz pecã (*Carya illinoiensis*; 7%), o pinhão (*Pinus pinea*; 13%); o pistache (*Pistacia vera*; 20%), a noz (*Juglans regia*; 13%) e o amendoim (*Arachis hypogaea*; 22%).

Segundo Fiorini (2018), a amêndoa do baru apresenta alto teor de lipídios, aproximadamente 40%, principalmente ácidos graxos insaturados como ácido oleico, erúcico e gadoleico, além dos tocoferóis, ácido fitico e taninos, o que a torna uma boa fonte energético; Takemoto *et al.* (2001), relatam em seus estudos teores de lipídios que variam de 38,2 a 42,69%, de modo que amêndoa do baru demonstra alto valor energético, de 480 a 560 Kcal/100 g.

De acordo com estudos realizados, as amêndoas do baru *in natura*, possuem um perfil lipídico composto majoritariamente por ácidos graxos monoinsaturados com 51,07%, sendo o oleico (C18:1) com 48,37% e ácidos graxos poli-insaturados com 32,35%, sendo o linoleico com 30,13% (TOGASHI; SHAGARBIERI, 1993); as amêndoas torradas compostas por

ácidos graxos monoinsaturados com cerca de 50,88%, sendo o ácido oleico (C18:1) com 50,78% e ácidos graxos poli-insaturados com 30,83%, sendo o ácido linoleico com 27,70% (FREITAS, 2009).

Na amêndoia do baru *in natura*, também são encontradas algumas substâncias antinutricionais como tanino, ácido fítico e inibidores de tripsina que dificulta a absorção de aminoácidos essenciais, razão pela qual as amêndoas devem ser torradas ou cozidas para inativação destas substâncias (PINHO *et al.*, 2015; FERNANDES *et al.*, 2010; TOGASHI; SGARBIERI, 1993).

## 2.8 Compostos bioativos do baru

Os compostos bioativos são compostos essenciais e não essenciais presentes em pequenas quantidades nos alimentos de origem vegetal (como por exemplo, vitaminas ou polifenóis), que fazem parte da cadeia alimentar, com efeito positivo na saúde humana (BIESALSKI *et al.*, 2009; KRIS- ETHERTON *et al.*, 2002).

O efeito benéfico que essas substâncias exercem sobre a saúde humana é o que as caracterizam como bioativos (HORST; LAJOLO, 2007). Essas substâncias que estão presentes principalmente nos vegetais, tem seus benefícios com efeitos sinérgicos potencializados por combinações, ou seja, suas interações são potencializadas, melhorando assim, a sua disponibilidade para absorção (GAWLIK-DZIKI, 2012).

A potencialidade que os vegetais trazem, tem sido delegado à presença de compostos bioativos, os quais apresentam ação antioxidante, atuando como sequestrantes de radicais livres (RL) ou quelantes dos metais catalisadores das reações de produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's) (LEMOS, 2012).

Dentre os compostos bioativos mais pesquisados estão os antioxidantes, que atua evitando danos oxidativos nas células, através da diminuição da redução de reações inflamatórias pelo processo de óxido-redução, ou pela impossibilidade de oxidação de proteínas para prevenir problemas com receptores, transporte de proteínas e de enzimas, transdução de sinais (MORAIS, 2013; NEVES, 2012; BIESALSKI *et al.*, 2009. A adição destes compostos antioxidantes na alimentação humana ajuda a reduzir riscos de doenças crônicas não-transmissíveis, incluindo o câncer e doenças cardiovasculares, ou até mesmo até o envelhecimento antecipado, o qual pode ser associado devido a uma instabilidade entre a produção de radicais livres e antioxidantes (ABETE *et al.*, 2013; ALISSA; FERNS, 2012; Pounis *et al.*, 2012).

Segundo Gomes (2019), antioxidantes presentes em frutas e hortaliças tem ajudado a aumentar seu consumo desses vegetais, tanto no mercado nacional, quanto no internacional. O bioma Cerrado, inserido no Brasil, apresenta um expressivo número de espécies frutíferas nativas e exóticas que, embora não tenham sido estudadas, podem ajudar significativamente para a ampliação dessa diversidade, além de representar excelentes possibilidades de novas tecnologias.

A possibilidade de compreender a natureza antioxidante desses compostos bioativos, presentes nos frutos do Cerrado, pode ajudar tanto no seu potencial comercial e industrial, quanto na conservação do bioma.

De acordo com Reis (2015), a composição centesimal e compostos fenólicos da amêndoia do baru já foi estudada por vários pesquisadores que, além disso, comprovaram que tal castanha é rica em ácidos graxos monoinsaturados, além de apresentar um elevado teor de fibras e de polifenóis, como a catequina, o ácido gálico e o ácido ferúlico. Estudos realizados por Gomes (2019) e Marin (2012) também demonstraram que a mesma apresenta uma capacidade antioxidante *in vitro*.

## **2.8.1 Compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos, também chamados de polifenóis, são antioxidantes primários que atuam como sequestradores de radicais livres e bloqueadores de reações em cadeia. São originados do metabolismo secundário das plantas, podendo ser encontrado em diversos grupos de alimentos como frutas, vinhos, cereais, soja, cacau cafés, dentre outras (CORY *et al.*, 2018; MOREIRA; MANCINI-FILHO, 2004).

De acordo com algumas pesquisas, os compostos fenólicos são extremamente complexos, sendo formado por mais de 8000 moléculas diferentes de polifenóis, agrupadas em 10 classes, subdivididas em moléculas simples (ácidos fenólicos com uma estrutura aromática), bifenóis (ácido elágico), flavonoides (2 a 3 anéis aromáticos), e polifenóis (12 a 16 anéis aromáticos) (DINIZ, 2015; GADIOLI, 2015; GARCIA-SALAS *et al.*, 2010).

Quimicamente, os compostos fenólicos, podem ser identificados como substâncias que dispõem de um fenol ou um anel aromático, apresentando um ou mais grupo hidroxila. Eles estão unidos por uma ligação de três carbonos para produzir uma unidade heterocíclica com seis unidades no anel, nos quais se incluem os seus grupos funcionais, tais como: ésteres, ésteres metílicos e glicosídios (COSTA; JORGE, 2011).

De acordo com Gadioli (2015), os compostos fenólicos atuam como antioxidantes, não apenas, pela sua capacidade em ceder hidrogênio ou elétrons, mas também devido os seus radicais intermediários estáveis, que evitam a oxidação de vários ingredientes do alimento, em especial, os lipídeos.

Os compostos fenólicos, além do efeito protetor, também exercem várias atividades biológicas, viabilizando benefícios fisiológicos na saúde dos seres humanos. Porém, esses benefícios decorrem de sua absorção pelo metabolismo humano, prejudicada, muitas vezes, pela baixa biodisponibilidade, já que características hidrofílicas desses compostos permitem por um lado, que eles não sejam efetivamente absorvidos pelo trato digestivo e, por outro, que sejam facilmente excretados. (CORY *et al.*, 2018; DINIZ, 2015).

Algumas pesquisas mostram que o fruto do baru apresenta altos teores de compostos fenólicos totais, sendo maior que os valores de inúmeras outras amêndoas consumidas no Brasil. Desse modo, tais compostos se apresentam com teores elevados nas amêndoas cruas e torradas com casca, já que tal proteção externa desempenha efeito de proteção para os compostos fenólicos qualificados como sensíveis ao calor ou termolábeis (LEMOS *et al.*, 2012).

## **2.8.2 Fatores antinutricionais do baru e a torrefação**

Quando se estuda um alimento ou seu valor nutritivo, não devemos deixar de examinar a possibilidade de existência de substâncias que podem interferir na sua digestibilidade e biodisponibilidade, bem como impedir o aproveitamento de seus nutrientes. Estas substâncias são chamadas de fatores antinutricionais, que, apesar de provocarem tais transtornos, fazem parte da composição natural de alguns alimentos. (SANDBERG, 2002; TOGASHI; SGARBIERI, 1993).

Segundo Silva e Fernandes (2011), matérias primas de origem vegetal, apresentam várias substâncias antinutricionais, como os inibidores de taninos, fitatos, inibidores de tripsina, polifenóis, entre outros, que agem para impedir a disponibilidade de certos nutrientes.

A maioria dos isolados e concentrados de proteínas vegetais, apresentam inibidores de tripsina e quimiotripsina (tipo Kunitz e Bowman-Birk) e lecitinas, os quais impossibilitam a hidrólise integral das proteínas procedentes de plantas oleaginosas e leguminosas pelas proteases pancreáticas. As lecitinas e inibidores tipo Kunitz são termolábeis (perdem suas

propriedades ou se decompõem quando expostas a baixas temperaturas), ao passo que inibidores tipo Bowman-Birk são termorresistentes (resistentes a temperaturas altas) (COZZOLINO, 2007).

Dependendo da composição do alimento, ele pode apresentar vários fatores antinutricionais, como por exemplo, a semente de quinoa, na qual foram identificados: ácido fitico, nitratos, taninos, oxalatos, saponinas e inibidores de tripsina (MARADINI, 2014); enquanto nas sementes de leguminosas podemos encontrar fitatos, inibidores de tripsina, polifenóis e oligossacarídeos (FERNANDES, 2010).

A existência de elementos antinutricionais nos alimentos que fazem parte da nossa alimentação diária, juntamente com o impacto que podem ter na nossa saúde, destaca a necessidade de reconhecer quais alimentos contêm esses fatores e tomar medidas para minimizá-los. No Quadro 1, encontram-se alguns fatores antinutricionais, os alimentos que os contém e seus efeitos à saúde humana, bem como a forma de reduzi-los (HIGASHIJIMA *et al.*, 2019).

Dentre os compostos que apresentam atividade antinutricional, destacam-se os compostos fenólicos, os fitatos, os inibidores de tripsina e os compostos cianogênicos (Abreu, 2015).

Marin, Siqueira e Arruda (2009), em um estudo realizado com dezoito frutos do Cerrado brasileiro, verificou que a amêndoia do baru foi a única que não pode ser consumida crua, devido à presença de inibidores de proteases e de tripsina, considerados antinutricionais por possuírem alto teor de ácidos fiticos.

Os inibidores de tripsina, que deveriam exercer interação com as enzimas digestivas, evitando hidrolisar as proteínas, acabam inibindo as proteases, tornando-as nutricionalmente indisponíveis. Níveis baixos de inibidores de proteases são toleráveis pelo organismo humano, mas quando consumido em teores elevados, provoca o aumento do pâncreas, em razão da contínua produção das enzimas digestivas (ARAÚJO, 2011).

**Quadro 1.** Fatores antinutricionais, alimentos que os contêm, efeitos e métodos de redução.

Fatores antinutricionais	Alimentos	Efeitos	Métodos de redução
Ácido fitico	Feijão, lentilha e ervilha, proteína texturizada de soja, sementes, nozes e cereais integrais, quinoa, centeio e trigo, farelo integral de arroz, milho, farelo de aveia, arroz, sorgo, grão-de-bico, soja, sementes de gergelim, grão de amaranto, trigo sarraceno e amendoim.	São quelantes de minerais como cálcio, ferro, magnésio, zinco, cobre e potássio, comprometendo a biodisponibilidade desses nutrientes	Remolho, cozimento, fervura em água, lavagem em água corrente, torrefação, fritura, extrusão, remoção da casca e melhoramento genético.
Inibidores de protease	Ervilha, feijão, amendoim, arroz, soja, milho, batata, feijão, guandu, sementes e nozes.	Inibem as enzimas que digerem proteínas. São capazes de inibir as atividades da tripsina, quimotripsina e carboxipeptidase.	Remolho, cozimento, fervura em água, lavagem em água corrente, processamento térmico.
Taninos	Vinhos tintos, chás, frutas	Podem reduzir a	Cortes e cocção

	verdes, feijão, uva, maçã, cacau, chocolate e quinoa; caqui, banana, ervilha e amaranto.	digestibilidade das proteínas e carboidratos, diminuir a atividade de enzimas digestivas, além de causar danos à mucosa do sistema digestório ou exercer efeitos tóxicos sistêmicos. Limitam a biodisponibilidade dos minerais como o ferro e zinco.	em água fervente, remolho, germinação, fermentação, tratamento hidrotérmico, torrefação, fritura, extrusão, remoção da casca e melhoramento genético.
--	--	--	---

**Fonte:** Adaptado Higashilima *et al.* (2019).

Estudo realizado por Togashi (1993), no qual se avaliou a composição e caracterização química da amêndoia do baru, apontou que valores de fatores antinutricionais de taninos para a semente crua e torrada eram de 0 mg/100 g para ambas; a concentração de ácido fítico era de 0,16 e 0,6%, respectivamente, e inibidor de tripsina variou entre 38,6 e 0,63 UTI/mg. Em estudos mais recentes, realizado por Marin, Arruda e Siqueira (2009) a amêndoia do baru apresentou, valores  $1073,6 \pm 114,9$  mg/100 g para taninos e  $472,2 \pm 12,5$  mg/100g para ácido fítico.

A presença destes fatores antinutricionais, como o inibidor de tripsina, presente na amêndoia do baru, torna-se um fator restritivo para o consumo *in natura*, pois dificulta a absorção de nutrientes. Vários estudos relatam que uma forma de inativar o inibidor de tripsina, é a aplicação de calor, efeito que pode ser alcançado a partir da torrefação das amêndoas (CARRAZZA; ÁVILA, 2010; BOTEZELLI; DAVIDE; MALAVASI, 2000).

Para a redução ou eliminação dos fatores antinutricionais podem ser aplicadas diferentes metodologias no processamento dos alimentos, como altas pressões, extrusão, cocção, torrefação, fermentação, germinação, entre outros (Fuentes, 2013).

A torrefação trata-se de um tratamento térmico muito utilizado desde os tempos antigos. Consiste em aplicar uma grande quantidade de calor, diretamente no produto, durante determinado tempo pré-estabelecido, com o intuito de incorporar características de qualidade a inúmeros alimentos, bem como melhorar a digestibilidade das proteínas, inativar antinutrientes, formar compostos aromáticos, causar escurecimento e evaporação de água (REIS, 2016; DAMIANI *et al.*, 2013; SILVA; FERNANDES, 2010).

O processo de torrefação é uma etapa importante no processamento da amêndoia do baru, devendo ter o cuidado com a temperatura e tempo utilizado. As amêndoas comercializadas pelos agricultores da agricultura familiar da região de Arinos passam pelo processo de torrefação artesanal, no qual não se tem o controle da temperatura e tempo, o que causa danos em virtude das castanhas passarem do ponto (queimadas) ou não atingirem o ponto ideal para inibição dos fatores antinutricionais.

De acordo com Togashi e Sgarbieri (1993), a torrefação a 200 °C por 15 minutos, reduziu o teor de 38,6 para 0,63 UTI/mg da atividade do inibidor de tripsina; Lemos (2012), utilizou a torrefação a 150°C, em estufa com circulação de ar por um período de 45 minutos; Silva e Fernandes (2011), obteve a redução do antinutricional fitato com a torrefação a 205°C por 11 minutos.

A COPABASE, no processo de torrefação, adaptou uma torrefadora de café, a qual suporta 16 kg de castanha em cada torrefação. Durante este processo, a cooperativa aplica 180 °C durante 20 minutos.

No estudo de caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do Cerrado, apesar de apresentarem alta estabilidade dos inibidores de tripsina, o tratamento térmico reduziu a atividade inibitória das sementes de frutos, sendo que a cagaita teve uma redução de 44%, mangaba 35% e mama-cadela 4,6% (ABREU, 2015).

A torrefação adequada da amêndoia do baru, tem outros benefícios importantes a serem observados, como a redução do teor de umidade, que amplia a vida útil da amêndoia, devido à maior estabilidade do alimento, facilita a despeliculação das amêndoas, além de agregar cheiro e sabor agradáveis e acentua sua coloração, o que a torna uma amêndoia competitiva com as disponíveis no mercado (PINHO *et al.*, 2015).

## 2.9 Micotoxinas

Para a produção e comercialização de castanhas, o maior desafio refere-se à contaminação por fungos produtores de micotoxinas. Existe uma enorme variedade de fungos nos alimentos, sendo que o gênero *Aspergillus* é o que se destacam nas castanhas-do-Brasil, capazes de produzir a micotoxina aflatoxina. Eles têm a capacidade afetar a qualidade das castanhas, reduzindo os índices do valor comercial do produto e de exportação, em virtude da complexidade que é o controle da causada pela contaminação (RECHOTNEK, 2017).

O termo micotoxina tem suas raízes na palavra grega *mykes*, que significa fungo, e no termo latim *toxican*, que se refere a toxinas. Micotoxinas são metabólitos secundários tóxicos, de baixo peso molecular produzidos por fungos filamentosos. Essas substâncias podem contaminar alimentos em várias etapas, desde o cultivo até o armazenamento após o processamento. A ingestão de micotoxinas por humanos ou animais podem resultar em doenças graves ou até mesmo em óbito (BAQUIÃO, 2012; BENNET; KLICH, 2003).

Elas são termoestáveis e possuem uma elevada estabilidade química, além de serem resistentes a altas temperaturas, a tratamentos químicos e ação de enzimas digestivas, sendo assim, podendo permanecer nos alimentos mesmo após a remoção dos fungos durante a industrialização dos produtos (ASTROVIZA; SUAREZ, 2005; LOPES *et al.*, 2005).

Para que uma substância seja considerada uma micotoxina, ela deve satisfazer os seguintes critérios: ser gerada por um fungo; ocorrer na natureza; ser geradora de doença em animais e/ou homens; e, ser aguda ou cronicamente tóxica (RECHOTNEK, 2017; KANZAKI, 2009).

A produção de micotoxinas pelos fungos resulta de vários fatores, abrangendo a susceptibilidade do substrato à ocupação do fungo produtor, além dos fatores do substrato, como, umidade e pH, temperatura ambiente, umidade relativa do ar na fase de armazenamento, danos mecânicos causados na colheita e transporte, tempo de armazenamento, bem como os fatores biológicos (genética do fungo em produzir micotoxinas, interação de micotoxinas e presença de parasitas, quantidade de esporos viáveis) (BAQUIÃO, 2012). Além disso, as micotoxinas têm a capacidade de manter sua atividade biológica por vários períodos, chegando a micotoxicoses (JAY, 1994).

As micotoxinas apresentam efeitos tóxicos que podem ser agudos, subagudos ou até mesmos crônicos, provocando doenças em humanos e animais. Devido a um consumo moderado ao longo de um período, a manifestação crônica desse efeito se torna desafiadora de identificar, visto que a toxicidade está diretamente ligada à quantidade e duração da exposição, ao estado nutricional e idade da pessoa que consumiu o alimento, bem como a fatores ambientais (SANI *et al.*, 2012; LINDSAY, 1997).

Outro fator importante a ser considerado é que a inexistência da presença de fungos no alimento não significa, necessariamente, a ausência de micotoxinas, já que, mesmo com o desaparecimento fúngico, a toxina pode permanecer presente e ativa no alimento. Muitas dessas substâncias possuem características de serem termorresistentes, mesmo após passarem

por processamento térmico com altas temperaturas (SOARES; FURLANI, 1996).

Tendo em vista vários problemas que podem ser gerados pelas micotoxinas, vários países se ajustaram a sua legislação que estabelecem a concentração máxima de micotoxinas nos alimentos.

Hoje, no Brasil, podemos contar com o Projeto de Monitoramento e Controle de Micotoxinas na castanha-do-Brasil (BRASIL, 2002) e o Plano Nacional de Segurança e Qualidade dos Produtos de Origem Vegetal – PNSQV (BRASIL, 2003), os quais que examinam esses níveis dos contaminantes em questão (SÁNCHEZ, 2015; MARTINS, 2014).

Portanto, com o propósito de elaborar produtos qualificados e, por consequência, aumentar o número de exportações, bem como garantir extrema segurança na ingestão de alimento para a população, garantido a sua saúde, é necessário que haja um monitoramento e controle mais exigente em relação às castanhas, implementando a adoção de medidas tecnológicas como boas práticas agrícolas na coleta e armazenamento do fruto, bem como as boas práticas durante o manuseio das amêndoas.

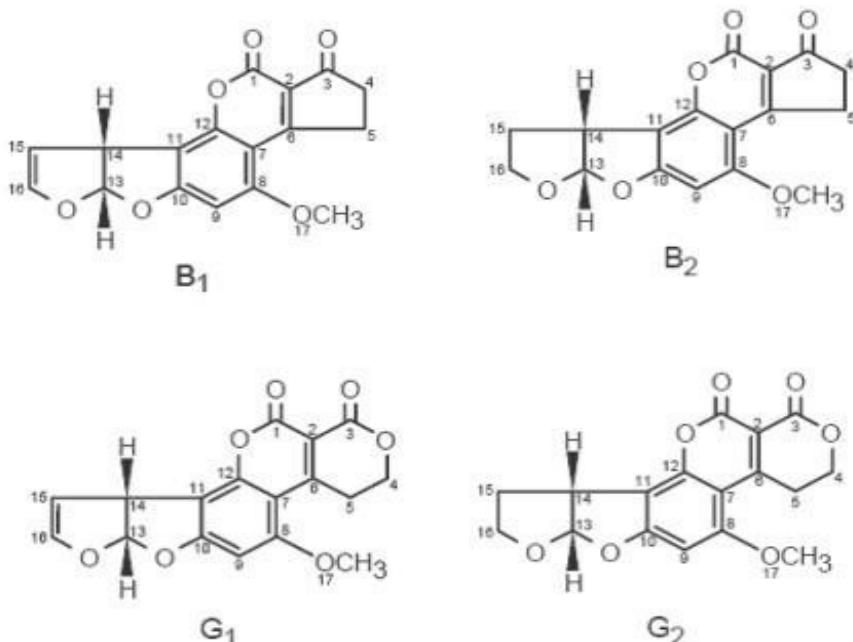
### 2.9.1 Fungos e Aflatoxinas

As aflatoxinas (AFLs) são metabólicos secundários, tóxicos, as quais são produzidas por algumas linhagens de fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*, sendo essas as espécies que mais causam danos aos seres humanos e animais. Possuem elevada toxicidade e ampla ocorrência, dispondo inclusive de propriedades carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas (SIMIONATO *et al.*, 2003; HEATHCOTE, 1984).

A produção e liberação de micotoxinas pelos fungos ocorrem em diversas variedades de produtos agrícolas, em razão desses alimentos apresentarem condições propícias para seu desenvolvimento. Esses alimentos, ao serem armazenados, reproduzem um ótimo ambiente para a multiplicação dos fungos, sobretudo quando os requisitos essenciais de secagem adequada e armazenamento correto não são conhecidos ou ignorados (ÁLVARES *et al.*, 2012; FONSECA, 2009).

O termo aflatoxina foi criado a partir do nome do seu agente produtor (*Aspergillus flavus* – toxina). São metabólitos secundários fabricados por fungos filamentosos, essencialmente, das espécies *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. São bastante tóxicas, e famosas por serem compostos mutagênicos, carcinogênicos e teratogênicos (FERNÁNDEZ-CRUZ *et al.*, 2010; CALDAS *et al.*, 2002).

Conforme a fluorescência das aflatoxinas elas podem ser divididas em duas formas, sendo elas a B (blue) e G(green), onde apresentam uma fluorescência azulada e esverdeada, respectivamente, quando examinadas sob luz ultravioleta em 365 nm. Nesta classificação os isolados de *A. flavus* produzem unicamente aflatoxinas do grupo B, sendo que, menos de 50% destas são toxicogênicos, e os isolados de *A. parasiticus* produzem aflatoxinas do grupo B e G e são constantemente toxicogênicos. De acordo com a toxicidade, os metabólicos são classificados em B1 e B2, G1 e G2, sendo a mais tóxica, a aflatoxina que tem em sua terminologia o número 1 (Figura 11) (PINHEIRO, 2004).



**Figura 11.** Estruturas químicas das aflatoxinas B1, B2, G1, G2. Fonte: Jaimez *et al.* (2000).

Nas castanhas, são frequentemente encontradas as espécies *Aspergillus parasiticus* e *Aspergillus nomius*, sendo que esta última já é vista como a responsável por enorme quantidade da aflatoxina produzida na castanha do Brasil (tanto B como G) (JOHNSSON *et al.*, 2008; OLSEN *et al.*, 2008).

As espécies de *A. flavus* e *A. parasiticus* têm especial compatibilidade com castanhas, como a castanha-do-brasil e as sementes oleaginosas. De modo geral, as contaminações ocorrem em função de trilhagens e secagens impróprias e/ou armazenamentos inadequados, embora tal contaminação possa ocorrer ainda no campo (PINHEIRO, 2004).

Através de estudo de prevalência realizado por Pereira *et al.* (2002), deduziu-se que a contaminação de grãos por fungos aflatoxigênicos como *A. flavus* é predominantemente maior do que pelo *A. parasiticus*. Isso ocorre quando há umidade relativa do ar acima de 75% e temperaturas variando entre 23-26°C. Além disso, quando a umidade relativa do ar ultrapassa 85% e temperatura gira em torno de 27°C, ocorre um aumento no desenvolvimento e a produção de aflatoxinas.

Consideradas perigosas, as aflatoxinas, podem atacar o DNA e o RNA, sendo que a aflatoxina B1 combina covalentemente ao DNA nuclear, impedindo sua reprodução e reduzindo a síntese do RNA, provocando mutações pontuais, as quais são vistas como lesões genéticas (FANI, 2016).

## 2.9.2 Fatores que favorecem o crescimento fúngico e a produção de micotoxinas

No intuito de garantir a qualidade dos alimentos para um consumo seguro, alguns fatores intrínsecos precisam ser controlados, dentre eles: a composição nutricional, o teor de umidade e a atividade de água (Aw), elementos que, seguramente, podem proporcionar substratos para os fungos produtores de AFLs. Além dos fatores internos mencionados, é essencial estender esse controle aos fatores externos como a umidade relativa (UR), a temperatura, o microclima, o tempo de armazenagem e a competição microbiológica. A

ausência desses elementos permitirá a proliferação de fungos (KLISCH, 2007; KABAK; DOBSON; VAR, 2006).

Tanto os micronutrientes quanto os macronutrientes presentes na composição dos alimentos, podem induzir diretamente na curva de crescimento dos microrganismos, bem como agir no desenvolvimento da deterioração dos alimentos e possivelmente produzir aflatoxinas.

O teor de umidade, definido como umidade do material e das condições mínimas necessárias para o desenvolvimento dos fungos, influencia diretamente na proliferação de fungos e com possível produção de AFL. O baixo índice de umidade não garante uma armazenagem segura, tendo em vista que os fungos são mais tolerantes que as bactérias, em locais com baixa umidade. Além disso, há a possibilidade do surgimento de outros fungos que são capazes de liberar água e calor, o que faz com que a umidade e a temperatura aumentem no local de armazenamento. Para garantir uma armazenagem segura, o ideal é manter a umidade o menor possível, preferencialmente abaixo de 2%. (LORINI, 2002; LORINE; MIKE; SCUSSEL, 2002).

A água é, sem dúvida, um fator crucial para o desenvolvimento de fungos em produtos armazenados, pois sua ausência impede o crescimento desses microrganismos nos alimentos. É importante destacar que nem toda a água que está presente no substrato, pode ser usada pelos microrganismos, já que parte dessa água está fortemente ligada ao substrato por meio de ligações químicas. A Aw do alimento, disponível para a ação dos microrganismos, é medida em uma escala de 0 a 1, representando o grau em que a água está ligada aos compostos do substrato. A maioria dos fungos não se desenvolve em Aw abaixo de 0,70. Com poucas as exceções, podemos afirmar que um alimento está seguro em relação ao crescimento fúngico e à produção de aflatoxinas, quando apresenta Aw < 0,70 (CODEX ALIMENTARIUS, 2006; PACHECO; SCUSSEL, 2006; LACEY, 1988).

A temperatura também é considerada um importante fator para o desenvolvimento fúngico em sementes. A maior parte dos fungos conseguem se desenvolver em temperatura de 30° C, típica de regiões tropicais. Segundo Lacey (1988), as espécies de fungos *A. flavus*, como o *A. parasiticus* podem se desenvolver em temperaturas entre 6 e 45 °C, sendo a faixa ótima para crescimento do *A. flavus* a 35 °C e para *A. parasiticus* de 35 a 37 °C; para Pitt e Hocking (2009), as espécies de *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, apresentam faixa ótima de crescimento para produção de aflatoxinas em torno de 30 a 40 °C. Entretanto essas faixas de temperaturas podem ser afetadas por outros agentes como disponibilidade de nutrientes, umidade e concentração de oxigênio (SOUZA, 2020; PITT; HOCKING, 2009; EMBRAPA, 2004; LORINI, 2002).

O pH tem um papel relevante na competição entre fungos e bactérias na deterioração dos alimentos, processo que ocorre em altas atividades de água, (SCUSSEL, 2002). Eles normalmente crescem em pH ácido, sendo a faixa de pH entre 5 e 6 favoráveis tanto para a formação de aflatoxinas quanto para o desenvolvimento de fungos. (CODEX ALIMENTARIUS, 2006; SCUSSEL, 2002). Para se ter a garantia de uma produção segura no que diz respeito ao aspecto toxicológico, é importante, para os agricultores, compreender não só as relações ecofisiológicas das espécies, mas também como ocorre a ligação entre pH, atividade de água e temperatura (SOUSA, 2018; GOK *et al.*, 2003; SCUSSEL, 2002).

Quanto à composição nutricional, incluindo carboidratos, lipídios, proteínas, e outros componentes, incluindo os antioxidantes, podem influenciar diretamente na curva de crescimento de microrganismos e o processo de degradação dos produtos (PACHECO; SCUSSEL, 2006). Entre eles, os carboidratos são os substratos mais propícios para o metabolismo dos fungos quando abundantes. A glicose e sacarose, fontes de carbono, favorecem a produção de AFLs, enquanto a galactose, frutose e o manitol limitam essa produção. Portanto, produtos como castanhas e amêndoas que contêm carboidratos, proteínas

e lipídios em sua composição, oferecem as condições essenciais para o desenvolvimento de fungos e a possível produção de AFLs (KLICH, 2007).

De acordo com Lopez *et al.* (2000), tempos de armazenamentos prolongados podem criar um ambiente propício ao crescimento fúngico, tendo em vista que os mesmos requerem baixa umidade e tempo prolongado para se desenvolver. Assim, haverá maior chance de desenvolvimento de fungos e provável produção de AFLs, quando as castanhas forem submetidas a períodos longos de armazenamento.

Uma forma de evitar períodos longos de armazenamento, a fim de reduzir a concentração de AFLs nas castanhas, seria a adoção de boas práticas agrícolas e de beneficiamento, além de investimento tecnológico e estruturação da cadeia produtiva, obtendo assim um escoamento rápido da produção (EMBRAPA, 2012).

Para o desenvolvimento de fungos, outras condições ambientais que rodeiam o substrato, como o microclima (como composição gasosa) que envolve o alimento, também pode intervir no crescimento e propagação dos mesmos. Eles podem se desenvolver em baixas concentrações de oxigênio ( $O^2$ ), onde podem ser afetados exclusivamente em concentrações abaixo de 0,2%, sendo que em ambientes com dióxido de carbono ( $CO^2$ ) ou nitrogênio (N), verifica-se pouco crescimento. Portanto uma forma a ser utilizada para a redução de  $O^2$ , é realizar a mistura desses gases (PITT; HOCKING, 2009; SCUSSEL, 1998).

Pesquisas têm demonstrado eficácia na diminuição do teor de oxigênio ( $O^2$ ) por meio de criação de misturas de gases. Esse processo resulta na formação de ambientes com atmosfera controlada, que podem ser empregadas durante o transporte e armazenamento dos produtos. O objetivo é evitar a contaminação por microrganismos e a possível geração de toxinas (PITT; HOCKING, 2009; SCUSSEL, 1998).

Outro cuidado que se deve ter com as castanhas é evitar os danos mecânicos, pois estes podem beneficiar a infiltração de umidade no interior das sementes, facilitando a proliferação fúngica e, consequentemente, a produção de toxinas. (PACHECO; SCUSSEL, 2006).

## 2.10 Legislação brasileira para qualidades de castanhas no Brasil

Devido ao grande risco que a presença de micotoxinas pode causar a saúde humana, vários países têm estabelecidos legislações específicas, principalmente para aflatoxinas. No Brasil, as aflatoxinas, são as únicas que têm seus limites máximos estipulados em legislação.

Os limites máximos estabelecidos pela legislação internacional para uma ou mais micotoxinas variam de acordo com o país e características do alimento que é consumido e/ou exportado/importado. Os limites estabelecidos pelo *Codex Alimentarius* se apresentam como intermediários entre países que não possuem legislação e os mais exigentes quanto a limites para importação (SCUSSEL *et al.*, 2010).

Tendo em vista a segurança alimentar do alimento para o consumo e comercialização de alimentos livres de transmissão por micotoxinas, o Brasil, por meio do Ministério da Saúde, estabeleceu, em 1977, a Resolução nº 34/76, que trata da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), responsável por fixar o limite máximo tolerável de presença de aflatoxinas em alimentos (SOUZA, 2020; BRASIL, 1977).

Em 2011, preocupados com a saúde pública, Ministério da Saúde (MS) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceram, por meio da RDC nº 7, os limites máximos tolerados para a presença dessas toxinas em alimentos (Tabela 4). Nesse sentido, essa instrução normativa deixa claro que, através da implantação de melhorias nas práticas de fabricação em todas as etapas de produção, é possível reduzir drasticamente os limites de contaminação dos alimentos. (SOUZA, 2020; ANVISA, 2011).

**Tabela 4.** Limites máximos tolerados para a presença de toxinas em alimentos.

Micotoxinas Aflatoxinas	Alimento	LMT ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )
B1	Cereais e produtos de cereais, exceto milho e derivados, incluindo cevada malteada	10
B2	Castanha-do-Brasil com casca para consumo direto	20
G1	Castanha-do-Brasil sem casca para consumo direto	10
G2	Castanha-do-Brasil sem casca para processamento posterior	15

**Fonte:** ANVISA (2011).

A ANVISA, no ano de 2017, modificou a RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011, que trata dos limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Mesmo com tal modificação, os níveis de AFLs não foram alterados, mantendo-se os mesmos, havendo modificações somente para as demais micotoxinas (SOUZA, 2020; BRASIL, 2017).

Nas legislações vigentes, os limites toleráveis para a presença das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 em castanha-do-Brasil sem casca para consumo direto é de 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Já para as amêndoas que serão processadas, o limite máximo é de 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e para castanha-do-Brasil com casca, o limite é de 20  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (ANVISA, 2011).

Em 2010, a União Europeia estabeleceu através do Regulamento Nº. 165 valores mais reduzidos de AFLs para castanha-do-Brasil e avelãs, para consumo humano ou uso em formulações de alimentos. De acordo com o regulamento, o limite máximo permitido para aflatoxina B1 é de 5,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$  e para aflatoxinas totais (AFB2 + AFG1 + AFG2) é de 10,0  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Enquanto isso, nos Estados Unidos, o limite máximo tolerável para aflatoxinas em castanha-do-Brasil é de 20 ppb, conforme indicado pelo Federal Drug Administration (FDA) em 2011.

## 2.11 Embalagens

Segundo a ANVISA (2011), embalagem para alimento é o invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter, especificamente ou não, matérias-primas, produtos semielaborados ou produtos acabados.

As embalagens são de suma importância para a proteção dos alimentos, pois, além de agregar valor ao produto, tornam-se um veículo de venda e de divulgação da marca e da sua identidade. (GONÇALVES; PASSOS; BIEDRZYCKI, 2008).

As embalagens possuem as funções de melhorar a apresentação do produto, facilitar o seu transporte, além de trazer informações ao consumidor. Elas também protegem e agregam valor ao produto, além de facilitar a maneira como estes são utilizados pelas pessoas. (SOUSA *et al.*, 2013; BARÃO, 2011).

Para alguns produtos a função de proteção que a embalagem oferece é essencial, pois, em alguns casos, serve como substituição do revestimento natural do alimento, como ocorre, por exemplo, com as castanhas, amêndoas e amendoim.

Assim, a escolha de uma embalagem adequada para cada tipo de produto e sua composição química, pode influenciar na vida útil do produto. Deve-se escolher a embalagens que evitem modificações nas características sensoriais, tais como: sabor, textura, doçura, aceitação global, aroma, bem como aquelas que evitam a deterioração física, química e microbiológica do produto (SOUSA *et al.*, 2013).

As amêndoas de castanha possuem baixos teores de umidade e elevadas concentrações de lipídios e de ácidos graxos poli-insaturados, propriedades que fazem com que sejam sujeitas ao ganho de umidade, à perda de textura, à degradação microbiológica e à degradação oxidativa, reduzindo a estabilidade do produto e dificultando o seu armazenamento (MENDES *et al.*, 2013; LIMA; BORGES, 2004).

Na Tabela 5, pode-se verificar os valores médios dos teores de umidade e lipídios de algumas castanhas e amêndoas, relatada por diferentes autores.

As amêndoas e castanhas possuem lipídios em sua composição, que contêm vitaminas lipossolúveis, e ácidos graxos essenciais. Quando esses lipídios são oxidados, resultam na formação de produtos primários e secundários que prejudicam suas funções. Isso é o principal responsável pela deterioração de óleos e gorduras, levando ao desenvolvimento de sabores e odores indesejáveis, mudanças de cor e viscosidade, redução no valor nutricional e aumento de toxicidade (KROSS, 2008).

**Tabela 5.** Médias dos teores de umidade e lipídios de algumas castanhas e amêndoas, por diferentes autores.

Autor	Castanha/ Amêndoa	<i>In natura</i>		Torrada	
		Umidade	Lipídios	Umidade	Lipídios
1	Caju	5,05	46,28	1,18	48,35
2	Baru	9,89	46,76	5,85	43,66
3	Amendoim	5,40	48,73	1,70	54,00
4	Pequi	8,68	51,51	0,65	55,76
5	Castanha-do-Brasil	2,35	49,11	1,33	68,99

**Fonte:** 1 (MELO *et al.*, 1998); 2 (LEMOS *et al.*, 2012); 3 (PRETTI, 2010); 4 (CZEDER *et al.*, 2012); 5 (LIMA *et al.*, 2007); 6 (LIMA *et al.*, 2019); 7 (FERNANDES, 2010); 8 (COHEN; GARUTTI; BRITO, 2005).

De acordo com Lima (2002), a rancidez pode ser classificada em dois tipos: a hidrolítica e a oxidativa. A rancidez hidrolítica ocorre em virtude da ação de lipases, que estão distribuídas nos alimentos e catalisam a hidrólise dos triglicerídeos, causando a liberação de ácidos graxos. Já a rancidez oxidativa, ocorre via enzimática pela ação de enzimas lipoxigenases ou por não enzimática, por meio da autoxidação ou da fotoxidação. Nesse tipo de rancidez, o oxigênio atmosférico reage com duplas ligações de ácidos graxos insaturados, produzindo peróxidos e hidroperóxidos, gerando compostos de aldeídos, cetonas, alcoóis, entre outros, que são responsáveis pelas características dos produtos rancificados.

Outra característica das amêndoas de baru é o fato de serem higroscópicas, ou seja, absorvem umidade do ambiente. Um dos parâmetros importantes utilizados para avaliação da qualidade das amêndoas é o teor de umidade, pois um alimento com alto teor de água pode favorecer alterações químicas e microbiológicas, sendo fundamental o seu controle para garantir a qualidade das amêndoas. A higroscopicidade é um fator muito importante e tem sido muito utilizada para estabelecer a reação dos produtos pós-colheita frente aos diversos métodos de conservação utilizados (OLIVEIRA, 2018; BORGES, 2013).

O ganho de umidade deve ser controlado durante o período de armazenamento das amêndoas de baru, pois interferem diretamente na sua deterioração, por influenciarem no processo de rancificação, textura e sólidos solúveis.

De acordo com Reis (2019), uma possibilidade de aumento na vida útil de frutos, inclusive os secos, é a utilização de refrigeração associada à atmosfera modificada, que tem melhorado na dilação do período de sua comercialização.

Pode-se verificar que vários produtos podem sofrer alterações devido ao ganho de umidade, causando alterações de cor e sabor, além de perdas nutricionais. Para evitar tais alterações nos produtos, o uso de embalagem adequada é de suma importância para evitar a passagem de vapor d'água, garantindo assim a estabilidade do produto (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2017).

O uso de embalagens plásticas tem crescido muito por apresentarem características simples e limitadas de proteção, como alta permeabilidade aos gases e vapor d'água, resistência a alterações químicas, e irradiações luminosas. O termo “plástico” é normalmente utilizado para identificar materiais à base de polímeros sintéticos ou naturais modificados, podendo ser classificados em homopolímeros ou copolímeros (JORGE, 2013).

Para o armazenamento da amêndoas de baru por um período de até 30 dias, Carrazza; Ávila (2010) relatam o uso de garrafas pet, sacos plásticos, tambores e baldes. Já para um maior tempo de armazenamento recomenda o empacotamento a vácuo ou o congelamento em freezer ou câmaras frias, sendo que na utilização do congelamento, as amêndoas devem ser acondicionadas, evitando assim sua desidratação.

Guiné, Almeida e Correia (2014) sugerem que para se manter a preservação adequada das características das amêndoas durante o armazenamento deve-se utilizar o uso de embalagem, preferencialmente o polietileno de baixa densidade – PEBD e acondicioná-las em temperatura ambiente ou em sistemas de refrigeração ou congelamento. Lima e Sousa (2001), nos estudos com castanhas de caju fritas, observaram o aumento de umidade com o uso de embalagens de polietileno, que se mostraram ineficazes como barreira ao vapor de água. Por outro lado, Rabélo (2007), verificou que, no armazenamento de amêndoas de pequi com embalagens de polietileno, estas mantiveram os níveis aceitáveis no controle do crescimento e do desenvolvimento de microrganismos.

Os polietilenos (PE) apresentam boa resistência à penetração de água e vapor d'água, sendo que o polietileno de alta densidade (PEAD) apresenta menor permeabilidade que o PEBD, devido ser mais cristalino. Os materiais polietilenos não apresentam boa resistência à barreira a gases (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2008).

De acordo com Jorge (2013), os polietilenos de baixa densidade apresentam alta flexibilidade, boa resistência à maioria dos solventes, permeabilidade a óleos e gorduras, baixa permeabilidade a vapores de água e elevada ao oxigênio e os polietilenos de alta densidade apresentam menor flexibilidade e transparência, maior resistência química e menor permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio.

O polipropileno é um termoplástico bastante comum que dispõe de características atrativas nas quais incluem boa resistência química, à umidade e ao calor, além da baixa densidade (Oliveira, 2018); apresentam boas características como, resistência a barreira ao vapor d'água, barreira a gases (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2008).

O polipropileno é um plástico de baixa densidade e em relação aos PE, apresenta boa barreira à umidade e fraca barreira a gases e gorduras. Suas características físicas são similares ao do PEAD, sendo menos quebradiço em temperaturas de congelamento, quando copolimerizado com polietileno, sendo melhor barreira aos óleos e gorduras e menor permeabilidade ao oxigênio e vapor de água em relação aos polietilenos (JORGE, 2013).

Outro material que tem sido muito utilizado é o policloreto de vinila, também conhecido por PVC. Apresenta como características boa barreira a gases, baixa barreira ao vapor de água, excelente transparência e brilho (BARÃO, 2011). Segundo Jorge (2013), o PVC apresenta como características gerais, média barreira à umidade, fraca a gases e excelente às gorduras, com ótima transparência.

O policloreto de vinilideno é um homopolímero, bem parecido com o PVC, sendo obtido pela relação de polimerização do cloreto de vinilideno com outros monômeros. O resultado dessa polarização é um filme com moléculas ligadas fortemente, tornando-o uma

barreira, onde pouquíssima água e vapor podem atravessar (BELLIS, 2006); na copolimerização do cloreto de vinila com cloreto de vinilideno temos como resultado o SARAN, que contém permeabilidade baixa, além de ser o plástico que apresenta como características, melhor barreira em relação a passagem de gases inorgânicos, compostos voláteis, umidade e gorduras (JORGE, 2013).

O poli (tereftalato de etileno) é um poliéster, mais conhecido como PET, muito utilizado em embalagens rígidas (garrafas e frascos) e flexíveis (filmes biorientados) (Crippa, 2006). Os filmes biorientados apresentam boas características como, boa resistência química e a óleos, à tração e estabilidade térmica (Sarantópolous *et al.*, 2002). Possui média barreira ao vapor d'água, o que pode ser melhorada a metalização, o que é permitido devido às suas propriedades superficiais e estabilidade dimensional (OLIVEIRA, 2018).

De acordo com Garruti (2015), o PET é um material que apresenta boas características para as embalagens de castanhas, apresentando ótima barreira a gases, boa resistência química a óleos e gorduras, resistência térmica e ausência de odor, alta permeabilidade ao vapor de água (BRITO, 2010; JORGE 2013).

A COPABASE após o processo de beneficiamento da castanha do baru, utiliza três tipos de embalagens para o acondicionamento das castanhas torradas, sendo elas: sacas plásticos Stand Up Pouch liso de Polietileno Transparente (PE) e Polietileno Tereftalato (PET) Transparente para embalar 100 g e 1 kg, sacos metalizados de PET (Polietileno Tereftalato) mais a laminação PEVD (Polietileno de baixa densidade) utilizados para castanhas quando são direcionadas para exportação e embala 25 kg e pote de plástico liso de Polipropileno para 300 g.

Sendo assim, o baru, por ser um fruto que apresenta um teor de umidade baixo e alto teor de gordura, podem sofrer alterações como rancificação de gorduras e alterações, durante seu armazenamento, pois pode ocorrer o ganho de umidade. Para manter as qualidades do fruto é necessário fazer o armazenamento adequado, com o uso de uma embalagem que atenda aos requisitos necessários para proteger o produto dos danos causados pelo ambiente externo.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do estudo experimental**

O trabalho foi realizado com as castanhas e amêndoas de baru produzidas em cinco municípios da região do Noroeste de Minas Gerais em parceria com o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais – *Campus Arinos*, com a parceria da Cooperativa de Agricultura Familiar Sustentável com Base na Economia Solidária – COPABASE e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus Bambuí*.

##### **O desenvolvimento do trabalho ocorreu em quatro etapas:**

- 1 – Na primeira etapa do estudo, foram coletadas amostras das castanhas e amêndoas de baru produzidas e armazenadas nas propriedades rurais em cinco localidades (Arinos, Buritis, Igrejinha, Riachinho e Sagarana) do Noroeste de Minas Gerais. Após a coleta, as amostras foram submetidas às análises de qualidade sanitária, e foi realizado o levantamento dos principais gêneros fúngicos produtores de micotoxinas.
- 2 – Na segunda etapa do estudo, foram coletadas amostras das amêndoas de baru *in natura* produzidas em cinco municípios (Arinos, Buritis, Brasilândia de Minas, Urucuia e Uruana de Minas) do Noroeste de Minas Gerais. Após a coleta, foram avaliadas as características físico-químicas como: largura, comprimento, massa, pH e acidez titulável, teores de umidade, proteínas, lipídeos e cinzas para sua caracterização.
- 3 – Na terceira etapa, as amêndoas foram torradas pela COPABASE. Em seguida, foi realizada a avaliação das características físico-químicas como: largura, comprimento, massa, pH e acidez titulável, teores de umidade, proteínas, lipídeos, carboidratos e cinzas para sua caracterização.
- 4 – Na quarta etapa, as amêndoas de baru do mesmo lote da terceira etapa, foram embaladas em três tipos de embalagens plásticas utilizadas pelos agricultores (polietileno de baixa, poli(tereftalato de etileno) PET de garrafa e de potinho, e da COPABASE (PET (Polietileno Tereftalato) mais a laminação PEVD (Polietileno de baixa densidade), e armazenadas por 45, 90 e 135 dias. Após cada período de tempo foram realizadas as análises (massa, acidez, pH, teores de umidade, proteínas e lipídeos, contagem de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, coliformes termotolerantes) para verificar se ocorreu alterações na composição das mesmas durante o armazenamento.

#### **3.2 Obtenção e coleta das amêndoas de baru**

Com a finalidade de realizar a pesquisa de qualidade sanitária e levantamento de possíveis fungos causadores de micotoxinas, as amostras das castanhas do baru foram coletadas nas propriedades rurais dos municípios de Arinos, Buritis, Brasilândia de Minas, Urucuia e Uruana de Minas, durante o período de armazenamento, entre os meses de fevereiro a março de 2022. Foram coletadas 100 amostras de castanhas em cada propriedade. As amostras depois de colhidas foram armazenadas em caixa térmica e encaminhadas ao laboratório de microbiologia localizado no Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus Arinos* para preparo das amostras e posterior análises.

Para a caracterização físico-química das amêndoas *in natura* (largura, comprimento, massa, pH e acidez titulável, teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, carboidratos e valor energético total (VET)) foram coletadas amostras de amêndoas de baru produzidas e comercializadas nos municípios da pesquisa. As amostras após colhidas foram armazenadas em caixa térmica e encaminhadas ao laboratório de Engenharia de Alimentos do Instituto

Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, para posterior análises.

Para a caracterização físico-química das amêndoas torradas (massa, pH e acidez titulável, teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas,) e microbiológicas (contagem de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais e coliformes termotolerantes) foram coletadas as amostras junto a COPABASE, e embaladas nas embalagens da pesquisa do experimento. As amostras após colhidas foram armazenadas em caixa térmica e encaminhas ao laboratório de Engenharia de Alimentos do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Bambuí, para posterior análises

### 3.3 Torrefação

As castanhas do baru foram submetidas ao processo de torrefação em uma torrefadora de café com capacidade para 16 kg, em uma temperatura de 180 °C durante 20 minutos.



**Figura 12.** Torrefadora de amêndoas do baru da COPABASE. Fonte: Morgado (2023).

### 3.4 Embalagens e armazenamento das amostras torradas

Após a torrefação, as amêndoas foram armazenadas em três tipos de embalagens utilizadas pelos agricultores (polietileno de baixa, poli (tereftalato de etileno) ou (PET) de garrafa e de potinho e amostra da COPABASE (PEBD (Polietileno de baixa densidade) com laminado), sendo acondicionado em cada embalagem 100 gramas de amêndoas.

Após serem embaladas, as amostras foram armazenadas em um local previamente preparado para permanecerem por um período de 45, 90 e 135 dias, tendo em vista que a COPABASE trabalha com a validade de 06 meses da castanha, assim teríamos um resultado de armazenamento próximo a sua validade. Após cada período de armazenamento, foram realizadas análises físico-químicas, tais como massa, pH, acidez titulável, teor de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas, além de análises microbiológicas, incluindo contagem de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, coliformes termotolerantes.



**Figura 13.** Embalagens utilizadas no armazenamento de amêndoas de baru. (1) COPABASE, (2) PET garrafinha, (3) PEVD, (4) PET potinho. Fonte: Morgado (2023).

### 3.5 Análises de qualidade sanitária e levantamento dos principais fungos nas castanhas do baru durante o armazenamento

As análises foram realizadas conforme descrito por Brasil (2009), no laboratório de microbiologia do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – *Campus Arinos*, para estabelecer a microbiota relacionada às castanhas e amêndoas do baru. Para a determinação utilizamos o método de incubação em papel-filtro “Blotter test” sem a desinfestação das amostras, no qual será utilizado um papel-filtro como substrato, sendo previamente esterilizado e umedecido com água destilada esterilizada. As amêndoas castanhas e as amêndoas foram colocadas inteiras, sendo dispostas igualmente, com distanciamento, entre elas, em torno de 5 cm, sobre o substrato de papel em caixas de acrílico do tipo “gerbox”, tamanho 11 x 11 x 3,5 cm, as quais foram mantidas sob luz branca em câmara tipo B.O.D., com fotoperíodo de 12 horas, ao logo de 7 dias à temperatura de + ou - 25°C.

Transcorrido o período estabelecido, realizamos a análise das amostras, com o auxílio de estereomicroscópio Motic SMZ-168, para verificar se houve a presença de sinais fúngicos sobre cada castanha e amêndoas, onde será analisado a formação e o tipo de colônia.

Constatou a presença de fragmentos fúngicos, os mesmos serão transferidos para lâminas de microscopia e analisados em microscópios ópticos, para a identificação dos fungos em nível de gênero, com recursos de literatura especializada. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de castanhas e amêndoas contaminadas por percentuais para cada gênero de fungo detectado.



**Figura 14.** Determinação utilizando o método de incubação em papel-filtro “Blotter test”.  
Fonte: Morgado (2023).

### 3.6 Metodologias das análises físico-químicas

#### 3.6.1 Determinação de peso, tamanho e espessura

Para a determinação da caracterização física das castanhas do baru *in natura* e torradas, foram avaliadas as variáveis peso com o uso de uma balança digital com precisão de 0,01 g e as determinações de comprimento, largura e espessura foram realizadas com o uso de um paquímetro com precisão de 0,01 mm.



**Figura 15.** Balança digital modelo e paquímetro. Fonte: Morgado (2023).

#### 3.6.2 Determinação de acidez e pH

Para determinar a acidez titulável e o pH das castanhas do baru, estas foram trituradas por cerca de 1 minuto para obtenção de uma mistura homogênea. Em seguida, a mistura foi hidratada com água destilada e as análises foram conduzidas de acordo com as orientações do manual de Métodos físico-químicos para análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL) de 2008.



**Figura 16.** Moinho de facas tipo Willye modelo STAR FT-05 – Fontinox. Fonte: Morgado (2023).

Para a análise de acidez, foi pesada uma amostra de 5 g e transferida para um erlenmeyer de 125 ml. Em seguida, foram adicionados 50 ml de água destilada e 4 gotas de indicador de fenolftaleína. A titulação foi realizada com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M até o aparecimento da coloração rósea. O resultado foi expresso em miliequivalentes de hidróxido de sódio por 100 g de amostra (meq. NaOH 100 g<sup>-1</sup>).



**Figura 17.** Titulação em solução padronizada de hidróxido de sódio, análise de acidez. Fonte: Morgado (2023).

$$\text{Acidez titulável (meq NaOH.100 g}^{-1}) = \frac{V \times f \times N}{M_A}$$

Onde:

V – Volume da solução NaOH 0,1 M gasto na titulação

f – Fator da solução de hidróxido de sódio 0,1M

N – Concentração da solução de hidróxido de sódio

MA – número de g da amostra usada na titulação

Para a determinação do pH das amostras, foram pesados 10 g em um erlenmeyer e adicionados 100 mL de água destilada. A mistura foi agitada e deixada em repouso por 10 minutos antes da leitura do pH ser realizada. Foi utilizado um pHmetro digital devidamente calibrado.



**Figura 18.** Análise de pH. Fonte: Morgado (2023).

### 3.6.3 Determinação de umidade

O método utilizado para determinação do teor de umidade das amostras foi a Perda por Dessecção, também conhecida como Secagem Direta em Estufa a 105°C, seguindo a metodologia n.012/IV descrita no manual IAL (2008). Para isso, foram pesados 3 g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada em uma balança analítica. As amostras foram, então, aquecidas por 3 horas em estufa a 105°C, resfriadas em um dessecador até atingir temperatura ambiente e pesadas novamente. A operação foi repetida até obtenção de peso constante.



**Figura 19.** Análise de umidade. Fonte: Morgado (2023).

$$U = \frac{mi - mf}{mi} 100$$

**Onde:**

U=umidade (%) das amostras (castanhas/extratos);  
mi= massa inicial da amostra (g);  
mf= massa final da amostra (g).

### 3.6.4 Determinação de proteínas

O teor de proteínas foi determinado utilizando a metodologia n.036/IV (Protídios - Método de Kjeldahl clássico) descrita no manual IAL (2008), com fator de conversão de nitrogênio total em proteína de 5,18 para todas as amostras. O processo foi dividido em três etapas: digestão, destilação e titulação. Para a amostra em extrato, foram pesados 2 g e, para as amêndoas, 0,300 g, adicionando-se 2 g de mistura catalítica e 7 ml de ácido sulfúrico p.a. A digestão foi realizada em bloco digestor de proteínas, aquecendo lentamente e mantendo a temperatura a 50 °C por uma hora, elevando gradualmente até atingir 350°C. Na etapa de destilação, os tubos de Kjeldahl foram colocados em destilador de proteínas, com um Erlenmeyer contendo 20 ml de solução de ácido bórico a 4% e 4 gotas de solução de indicador vermelho de metila. A solução de hidróxido de sódio a 50% foi adicionada ao frasco contendo a amostra digerida, até que a mistura ficasse homogeneamente preta. Em seguida, a mistura foi aquecida e destilada até a obtenção de cerca de 250-300 ml do destilado. Por fim, foi realizada a titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, usando vermelho de metila.



**Figura 20.** Determinação do teor de proteínas. Fonte: Morgado (2023).

$$\text{Proteína Bruta\%} = \frac{(V_a - V_b) \times N \times 6,25 \times 0,014 \times 100}{P}$$

**Sendo:**

Va = volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N gasto na titulação (mL)

V<sub>b</sub>= volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N gasto na prova em branco (mL)

N = Normalidade padronizada

6,25 = fator de transformação de nitrogênio em proteína

0,014 = miliequivalente grama de nitrogênio

P = massa da amostra (g)

### 3.6.5 Determinação de lipídios

O teor de lipídios foi determinado de acordo com a metodologia n.032/IV (Lipídios ou Extrato Etéreo – Extração Direta em Soxhlet) do manual IAL (2008). Para a análise, foram pesados 2 g da amostra em um cartucho de Soxhlet. Em seguida, o extrator foi acoplado ao balão de fundo chato previamente aquecido a 105°C, e adicionado o solvente em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. O sistema foi mantido sob aquecimento em chapa elétrica, com extração contínua por 8 horas (quatro a cinco gotas por segundo). Após a destilação do éter, o balão com o resíduo foi transferido para uma estufa a 105°C, onde permaneceu por cerca de uma hora, sendo resfriado em um dessecador até a temperatura ambiente. Por fim, foi realizada a pesagem do resíduo obtido.

$$\% \text{lipídios} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

N = nº de gramas de lipídios

P = nº de gramas da amostra



**Figura 21.** Determinação do teor de lipídios. Fonte: Morgado (2023).

### 3.6.6 – Determinação de cinzas

O teor de cinzas foi realizado de acordo com a metodologia n.018/IV (Resíduo por incineração – Cinzas) do manual IAL (2008), onde pesou-se 5 g da amostra em cadrinho de porcelana, o qual foi previamente aquecido em uma mufla a 550°C, sendo resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesado. A amostra foi levada ao processo de incineração (550°C), até que as cinzas apresentassem coloração variando de branca à

ligeiramente acinzentada. Ao finalizar o processo, os cadinhos com as amostras foram resfriados em um dessecador até temperatura ambiente e pesados. Para o cálculo do teor de cinzas aplicou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Teor de cinzas (CI)} (\text{g } 100 \text{ g}^{-1}) = N \cdot 100 P$$

**Onde:**

CI – Cinzas

N - nº de g de cinzas

P- nº de g da amostra



**Figura 22.** Análise de cinzas. Fonte: Morgado (2023).

### 3.6.7 – Determinação de carboidratos

Para a determinação de carboidratos foi utilizada a metodologia de Official Analytical Chemists (AOAC) nº (2019), onde a porcentagem de carboidratos foi calculada pela diferença do teor de água, lipídeos, proteínas e cinzas, sendo o resultado dado em  $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de carboidratos totais.

$$\text{Carboidratos totais} (\text{g } 100 \text{ g}^{-1}) = 100 - (A + L + PB + CI)$$

**Onde:**

A - Teor de água

L - Lipídeos

PB - Proteína bruta

CI – Cinzas

### 3.6.8 – Determinação do valor energético total (VET)

Para o cálculo do valor energético total foi realizado a soma das calorias (Kcal) fornecidas por carboidratos, lipídeos e proteínas, multiplicando-se seus valores em gramas pelos fatores de Atwater, de acordo com IAL (2008).

$$VET = (\% \text{ proteína} \times 4) + (\% \text{ lipídeos} \times 9) + (\% \text{ carboidratos} \times 4)$$

### 3.7 – Metodologias das análises microbiológicas

#### 3.7.1 Preparo das amostras para determinação de contagem de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais e coliformes termotolerantes

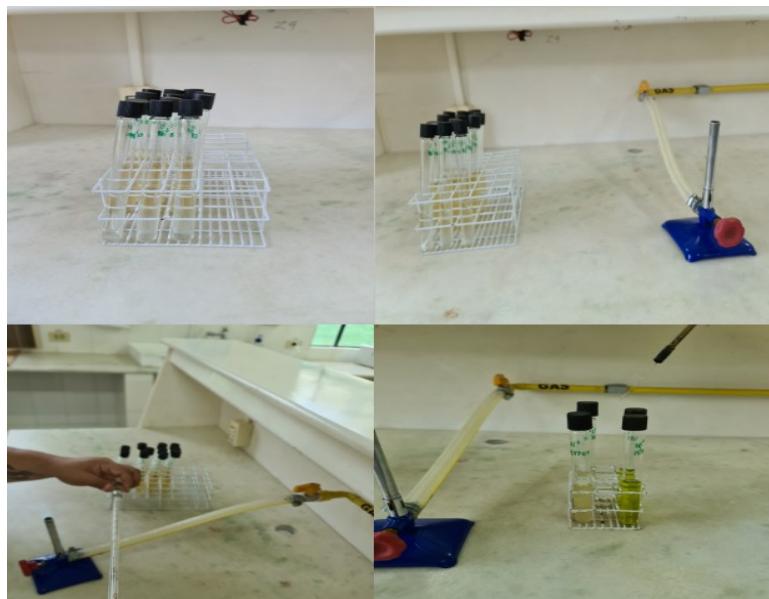
Para realizar as análises microbiológicas, todo o material utilizado foi esterilizado previamente por autoclavagem (121°C/15 min). Antes de abrir as embalagens, as amostras foram devidamente desinfetadas. Em seguida, pesou-se 25 g da amostra em uma balança digital de precisão e transferiu-se para um erlenmeyer. Adicionou-se 225 ml de água destilada esterilizada como diluente para a diluição inicial  $10^{-1}$  e a mistura foi homogeneizada por alguns minutos. Em seguida, realizamos as demais diluições sucessivas de  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ .



**Figura 23.** Preparo das amostras para análises microbiológicas. Fonte: Morgado (2023).

#### 3.7.2 Determinação de coliformes totais, coliformes termotolerantes

A enumeração de coliformes totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* foi realizada por meio da técnica de tubos múltiplos, onde a amostra, devidamente diluída em água peptonada 0,1%, foi incubada a 37°C em Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) e a 45°C em Caldo Verde Brilhante (VB)(Kornacki; Johnson, 2001).



**Figura 24.** Determinação de coliformes totais e termotolerantes. Fonte: Morgado (2023).

### 3.7.3 Determinação da contagem de bactérias aeróbias mesófilas

Para a avaliação da presença de bactérias mesófilas, utilizou-se da técnica de contagem padrão em placas, com a utilização do meio de cultura “ágar padrão para contagem” (PCA).

Com as diluições sucessivas preparadas, foi transferindo 1 ml de cada diluição para as placas de *petri* esterilizadas em duplicata. Logo em seguida adicionou-se em cada placa aproximadamente 15-20 ml de PCA, o qual estava previamente fundido e resfriado à temperatura de 44°C a 45°C. Feito a aplicação do PCA, as placas foram homogeneizadas através de movimentos leves na forma de oito, ficando em temperatura ambiente até a sua solidificação do meio de cultura. Após a solidificação as placas foram incubadas em posição invertida a temperatura de 35°C/48 horas. Após a incubação, as placas da mesma diluição, que apresentarem de 25 a 250 colônias, foram contabilizadas e os resultados expressos em unidades formadoras de colônias/1,0 g de amostra (UFC/g).



**Figura 25.** Determinação de bactérias aeróbias mesófilas. Fonte: Morgado (2023).

### 3.8 Processamento e análise dos dados

Após a obtenção dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância ( $P<0,05$ ) e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os cálculos estatísticos utilizou-se o Software SISVAR 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade sanitária e levantamento dos principais fungos nas castanhas de baru

Na Tabela 6 encontram-se os fungos mais frequentes, detectados nas diferentes amostras de castanha do baru, oriundas de diferentes localidades e na Figura 26 encontra-se os dois principais gêneros de fungos produtores de micotoxinas de maneira geral e que foram detectados em maiores incidências nas amostras analisadas. As microfloras encontradas associadas as castanhas foram: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. e *Fusarium* spp. De acordo com a análise estatística, houve diferença entre as localidades de onde as castanhas foram oriundas, em relação a incidência desses fungos.

As castanhas oriundas de Arinos, Buritis, Igrejinha e Riachinho foram as que apresentaram maior incidências dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. Já as amostras oriundas de Sagarana apresentaram, todos os fungos identificados neste trabalho, exceto o do gênero *Fusarium* sp.

**Tabela 6.** Incidência de Fungos (%) em diferentes amostras de castanha de baru.

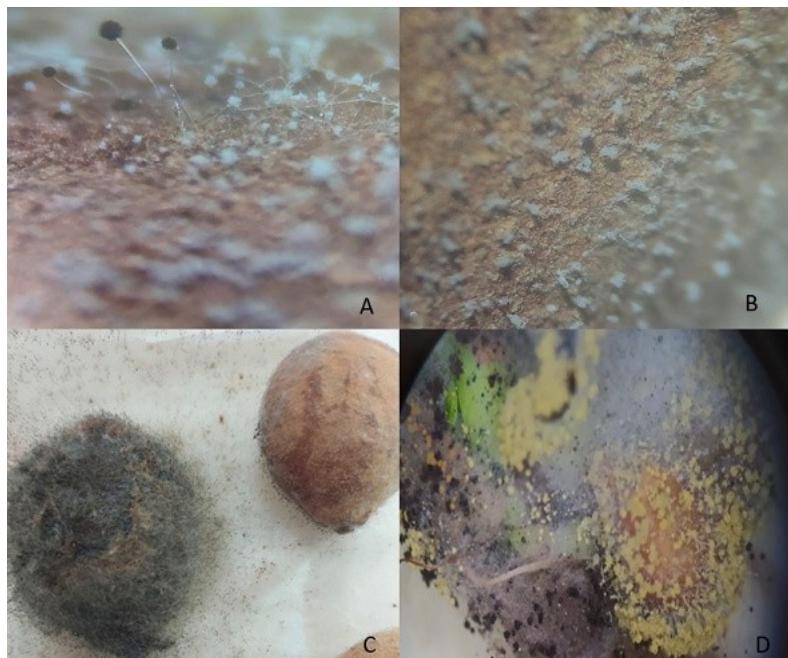
Amostras	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus Niger</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Penicillium spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Rhizopus spp.</i>	<i>Fusarium spp.</i>
Arinos	7 bc*	35 a	53 ab	18 a	0 b	0 b	0 b
Buritis	12 ab	30 ab	63 a	3,5 b	0 b	0 b	15 a
Igrejinha	23 ab	7 c	45 ab	17 a	0 b	0 b	0 b
Riachinh o	0 c	30 ab	38 b	13,5 ab	0 b	0 b	17 a
Sagarana	32 a	12 bc	58 a	8,5 b	7,5 a	5 a	0 b
CV	0,65	0,38	0,18	0,44	0,49	1,54	0,32

\*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula, entre linhas contíguas, para cada fungo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Pelos resultados, foi possível verificar que a gama de fungos incidentes nas castanhas é semelhante e pouco relacionada com o local, período de coleta e armazenamento desses frutos, embora a incidência dos fungos tenha variado para algumas amostras.

Em relação a espécie de *Aspergillus flavus*, verificou-se a diferença estatística entre os municípios amostrados. A maior incidência encontrada foi nos municípios de Sagarana, seguido por Igrejinha e Buritis, os quais não diferiram estatisticamente entre si, com médias de 32%, 23% e 12%, respectivamente.

É reconhecido que as espécies de fungos como *A. flavus*, são produtoras de aflatoxinas do grupo B e algumas vezes ácido ciclopiazônico (cPA). A aflatoxina do grupo B, destaca-se a B1 por ser a mais tóxica das aflatoxinas, causando uma variedade de efeitos adversos e, em alguns casos podem ser letais, em diferentes espécies animais e humanos. Esta toxina foi considerada pelo Iarc (1993) como pertencente à classe 1, composto carcinógeno para humanos.



**Figura 26.** Gêneros de Fungos associados aos frutos de baru (A) *Aspergillus* (B) *Penicillium* (C e D) Castanha de baru com vários gêneros de fungos. Fonte: Morgado (2023).

De acordo com Pitt (2006), 50% dos isolados de *A. flavus* produzem as aflatoxinas. Portanto a presença de fungos no alimento não implica que toxinas foram produzidas, por outro lado, a ausência de sinais visíveis de emboloramento não significa que o alimento está livre de toxinas, uma vez que as mesmas podem persistir após os fungos terem desaparecido.

Trabalho realizado por Gonzales *et al.* (2008), isolaram 47 cepas de *Aspergillus flavus* em grãos e cascas de amendoim durante diferentes fases de maturação do fruto e também durante seu armazenamento. Das cepas isoladas, foram avaliados os potenciais para produção de aflatoxinas e ácido ciclopiazônico, em que 91,5% foram produtoras de aflatoxinas e 70% produziram ácido ciclopiazônico, sendo que 63,8% produziram ambas as toxinas e 2,1% não produziu nenhuma. A presença de cepas toxigênicas de *A. flavus* nas amostras de amendoim analisadas indica um risco potencial da contaminação deste produto, caso seja exposto a condições ambientais favoráveis ao crescimento do fungo e produção de micotoxinas.

Outro gênero de *Aspergillus* identificado nas amostras foi *A. ochraceus*. Esta espécie foi encontrada em maior incidência em todas as amostras e também foi o fungo de maior porcentagem detectado nas castanhas. A média de incidência deste fungo foi em torno de 51%. Não houve diferença estatística da presença deste fungo nas diferentes localidades, exceto para amostra de Riachinho que apresentou cerca de 38% de incidência e diferiu das demais amostras. Esta espécie está relacionada a produção da ocratoxina A. Esta micotoxina também está relacionada aos maiores risco para saúde humana e animal (IAMAKA, 2010).

Em relação outro gênero de *Aspergillus*, temos o *A. niger*, espécie a qual esteve frequente em todas as localidades com uma média de 23%. Os municípios que apresentaram menor incidência foi o de Igrejinha e Sagarana. Este fungo também é produtor da ocratoxina A.

Dentre as 15 espécies de *Aspergillus*, estudadas por Samson *et al.* (2004), somente quatro espécies foram confirmadas como produtoras de ocratoxina A: *Aspergillus carbonarius*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus lacticoffeatus* e *A. sclerotioriger*.

*Aspergillus niger* é uma das poucas espécies de fungos que receberam o status de GRAS (generally regarded as safe) conferido pela Food and Drug Administration (FDA)

devido a sua baixa toxicidade, sendo importante mencionar que alguns isolados desse fungo produziram a ocratoxina em baixas quantidades (ABARCA *et al.*, 1997; VARGA *et al.*, 1996). Por outro lado, Varga *et al.* (2000) apontam que estirpes atoxigênicas têm se mostrado capazes de decompor micotoxinas, tornando-se, assim, promissoras como meio de eliminar essas micotoxinas em substratos, tais como grãos de café e cereais.

Batista em 2003, buscando esclarecimento a respeito da inibição ou estímulo na produção de ocratoxina A (OTA) e no crescimento dos fungos ocratoxigênicos por fungos que também ocorrem naturalmente associados aos grãos de café, avaliou-se o efeito inibitório do fungo *Aspergillus niger* e produção de ocratoxina A. O isolado atoxigênico do fungo “inibidor”, selecionado como possível antagonista para espécies toxigênicas do gênero *Aspergillus*, apresentou um efeito positivo inibidor sobre os índices de velocidade de crescimento micelial em relação aos demais isolados testados. A ação antagonista do fungo “inibidor” associado a grãos de café pode ser um dos fatores responsáveis pelos níveis reduzidos de OTA detectados nas amostras analisadas.

Outro gênero de fungo detectado foi o *Penicillium* sp. Assim como gêneros do grupo *Aspergillus* e *Fusarium*, o *Penicillium* também é um dos mais estudados e relacionados a produção de micotoxinas. Neste trabalho esteve presente em todas as amostras analisadas. A maior incidência ocorreu nas amostras de Arinos, Igrejinha e Riachinho as quais foram iguais estatisticamente com uma incidência média de 18%, 17% e 13%, respectivamente.

A ocratoxina A além de ser produzida pelas espécies de *Aspergillus*, também é produzida por espécies pertencentes ao gênero *Penicillium*, sendo considerada uma micotoxina comum encontrada contaminando alimentos, podendo causar danos à saúde.

Os fungos detectados neste trabalho podem ser divididos em fungos de campo e de armazenamento. Os fungos do campo estabelecem-se na semente antes da colheita, ou seja, no período do seu crescimento e maturação. Após as sementes serem colhidas e armazenadas, estão sujeitas a invasão por um grupo de fungos designados como de armazenamento (SOAVE; WETZEL, 1987).

Em relação aos fungos de armazenamentos, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* sp., são relatados por diversos autores como os principais gêneros de fungos associados às sementes durante o armazenamento em condições inadequadas (Dhingra, 1985; Neergaard, 1979), o que pode ser corroborado com a Figura 27, mostrando as formas de armazenamento dos agricultores visitados.

Segundo Berjak (1995) apud Oliveira (2004), os fungos envolvidos no armazenamento de sementes, como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., proliferam e mantém a atividade metabólica em teores de água entre 12% e 18%. Sendo assim as condições de umidade das castanhas durante o armazenamento é um fator importante que se deve levar em consideração.

*Fusarium* spp., fungo considerado de campo, foi verificado sua incidência nas amostras de Buritis – MG e Riachinho – MG. Este fungo é relacionado também com um dos mais citados na produção de micotoxinas. Além de serem fungos de campo, são considerados potencialmente patogênicos a várias espécies, podendo prejudicar mais em relação a produção de mudas sadias, devido a transmissão que pode ocorrer do patógeno da semente para as plântulas.

As fumonisinas são produzidas por algumas espécies do gênero *Fusarium* como, *Fusarium verticillioides*, *F. Proliferatum* e várias outras espécies menos comuns. As fumonisinas têm sido encontradas como um contaminante comum de alimentos e rações à base de milho. Neste trabalho não se identificou a espécie do gênero *Fusarium*.

Parisi (2012) avaliou a presença de fungos e aflatoxinas e ácido ciclopiazônico em castanhas-do-Brasil a campo e armazenadas, no solo e ar a fim de estabelecer vias de contaminação fúngica. As amostras oriundas do campo, foram detectados os fungos mais prevalentes como *A. flavus* nas amêndoas e *Fusarium* spp em cascas.

Em relação aos gêneros de menores incidências detectados neste trabalho foram; *Cladosporium* e *Rhizopus* ssp. Estes estiveram presentes nas amostras oriundas de Sagarana com 7,5% e 4,6% de incidência respectivamente.

Os fungos são os principais microrganismos associados às sementes e/ ou frutos podendo causar vários danos, tanto na fase de campo, como também na pós-colheita, durante o armazenamento, fase na qual a deterioração pode ocorrer pela ação específica, afetando a sua qualidade fisiológica no caso de sementes para produção de mudas (PARISI, 2012). Já na fase de pós-colheita um dos efeitos pode ser a contaminação por micotoxinas.

O processo produtivo do baru ainda utiliza baixas tecnologias. Os frutos são acondicionados em sacos de linhagem e sendo armazenado provisoriamente debaixo das árvores até seguirem para o local de depósito (VALADÃO, 2016). Esta forma de coleta propicia a contaminação por fungos no campo. Segundo o mesmo autor, o armazenamento ocorre em cômodos desocupados, varandas, galpões ou paióis improvisados. Nesta situação, o fruto entra em contato com umidade e o vento, propiciam a associação de fungos, o que pode ser corroborado com a Figura 27 e 28, mostrando as formas de armazenamento dos agricultores visitados.



**Figura 27.** Colheita e armazenamento das castanhas do baru. Fonte: Morgado (2023).

Podemos inferir que essa incidência de fungo pode estar relacionada a forma de coleta e armazenamento da castanha. A coleta e armazenamento da castanha são de fundamental importância na preservação da qualidade fisiológica da castanha e amêndoas do baru, podendo minimizar a velocidade de deteriorações causadas por fungos e permitir a conservação da viabilidade e do vigor das mesmas (MISSIO, 2015).



**Figura 28.** Quebra da castanha do baru para coleta da amêndoas. Fonte: Morgado (2023).

Vários países têm elaborado legislações que permitem a concentração máxima de algumas toxinas em produtos agrícolas e derivados. Estes limites têm por finalidade assegurar a integridade da saúde da população. Assim boas práticas durante o processo de beneficiamento e armazenamento pode contribuir para diminuir os efeitos negativos da presença desses fungos quando associados às castanhas ou fruto do baru.

#### 4.2 Caracterização físico-químicas das amêndoas do baru

Na Tabela 7, podemos verificar as médias para a variável largura, comprimento e massa analisados nas amêndoas do baru *in natura* colhidos nos cinco municípios para o estudo da pesquisa.

Em relação à largura das amêndoas podemos verificar que as médias tiveram uma variação entre 9,324 a 8,724 mm, apresentando uma média geral de 9,061 mm. Observa-se também que as maiores médias foram para os municípios de Arinos, Buritis, Natalândia e Uruana de Minas, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Já o município de Riachinho apresentou a menor média, apresentando diferença significativa entre os demais. Estudos realizados por Vera (2007) apontam valores superiores com média entre 9,99 a 11,58 mm de largura, enquanto nos estudos realizados por Takeuchi *et al.* (2010), apresentou uma média de 10,65 mm e por Mourão (2016) médias entre 9,0 a 13,0 mm.

**Tabela 7.** Médias dos valores de largura (L), comprimento (C) e massa (M) de amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais.

Municípios	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Massa (g)
Arinos	9,324 a	24,54 a	1,298 a
Buritis	9,194 a	24,36 a	1,289 a
Natalândia	9,071a	24,23 ab	1,211b
Uruana de Minas	8,990 ab	23,83bc	1,127c
Riachinho	8,724 b	23,39c	1,079d
Média geral	9,06	24,07	1,2
CV (%)	1,69	1,00	1,78

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

As médias para o comprimento das amêndoas do baru tiveram uma variação entre 24,54 a 23,39 mm, apresentando uma média geral de 24,07 mm, sendo que, as maiores médias foram para os municípios de Arinos, Buritis, Natalândia, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Já o município de Uruana de Minas apresentou uma diferença significativa entre os municípios de Arinos e Buritis com uma média 23,83 mm. O município de Riachinho foi o que apresentou a menor média, com o valor de 23,39 mm, o qual diferiu significativamente Arinos, Buritis e Natalândia. Estudos realizados por Zuffo, Andrade e Júnior (2014) apontam valores próximos com médias entre 22,53 a 25,91 mm de largura. Valores próximos também foram apresentados nos estudos realizados por Vera (2007), com médias entre 22,79 a 26,97 mm; Takeuchi *et al.* (2010), com média de 23,45 mm.

Em relação à massa das amêndoas do baru, as médias tiveram uma variação entre 1,298 a 1,079 g, apresentando uma média geral de 1,201 g, sendo que, as maiores médias foram para os municípios de Arinos e Buritis, com valores de 1,298 e 1,289 g, respectivamente, apresentando diferença significativa entre os demais municípios. Os demais municípios (Natalândia, Uruana de Minas e Riachinho) apresentaram diferença significativa entre todos, com valores de 1,211, 1,127 e 1,079 respectivamente, sendo o município de Riachinho com a menor media. Estudos realizados por Takeuchi (2010) apontam um valor médio de 1,11 g; enquanto nos estudos realizados por Corrêa (1999) apresentou média igual ao experimento, com 1,29 g e por Vera (2007), médias entre 0,62 a 1,67 g.

Analizando os resultados encontrados para as medidas físicas das amêndoas do baru, coletadas em cinco municípios da região do Noroeste de Minas, pode-se inferir que apresentam características desuniformes, principalmente em relação ao comprimento e massa, sendo que Arinos, Buritis e Natalândia foram os municípios que apresentam uma uniformidade desejável das amêndoas.

Podemos verificar uma grande variação em relação à massa das amêndoas do baru nos cinco municípios, o que pode ser correlacionado com a genética das plantas, como também as características dos solos bem com os fatores climáticos de cada região. Para Santos (2019), a uniformidade das amêndoas é de grande importância, tendo em vista que essas variáveis são de grande relevância econômica e de aceitação no mercado consumidor em virtude do tamanho e do elevado teor proteico que as apresentam.

Na Tabela 8, podemos verificar as médias para as variáveis de acidez, pH e umidade, analisadas nas amêndoas *in natura* do baru colhidas nos cinco municípios para o estudo da pesquisa.

**Tabela 8.** Médias dos valores de acidez, pH e umidade das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais.

Municípios	Acidez (meq NaOH.100 g <sup>-1</sup> )	pH	Umidade (%)
Arinos	4,56 a	6,15 c	5,57 d
Buritis	4,60 a	6,26 b	6,24 b
Natalândia	4,40 b	6,10 d	6,60 a
Uruana de Minas	4,66 a	6,30 a	6,18 c
Riachinho	4,63 a	6,32 a	5,03 e
Média geral	4,59	6,23	5,93
CV (%)	1,13	0,13	0,27

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Em relação aos teores de acidez das amêndoas do baru, as médias tiveram uma variação entre 4,56 a 4,66 (meq NaOH.100 g<sup>-1</sup>), sendo a média geral de 4,59 (meq NaOH.100 g<sup>-1</sup>). Pode-se verificar que somente o município de Natalândia apresentou diferença entre os demais apresentando uma média de 4,40(meq NaOH.100 g<sup>-1</sup>), sendo a amostra de maior acidez e o município de Uruana de Minas com a maior média, de 4,66 (meq NaOH.100 g<sup>-1</sup>), representando, portanto, a amostra de menor acidez. Silva (2017) encontrou valores médias de acidez entre 4,47 a 5,03 (meq NaOH.100 g<sup>-1</sup>).

As médias para o pH das amêndoas do baru tiveram uma variação entre 6,10 a 6,32, apresentando uma média geral de 6,23, sendo que, as maiores médias foram para os municípios de Uruana e Riachinho, os quais não apresentaram diferença. Já os municípios de Buritis, Arinos e Natalândia apresentaram diferença significativa entre si, sendo que Natalândia apresentou a menor média com valor de 6,10, indicando maior acidez na amostra, Já Riachinho apresentou a maior média com valor de 6,32, indicando a amostra de menor acidez. Estudos realizados por Reis *et al.* (2019), com a avaliação das amêndoas do baru *in natura* encontraram valores entre 6,0 a 7,11; Silva (2017) relatou valores próximos aos obtidos, que varia entre 6,10 a 6,49; Silva, Oliveira e Resende (2021) no estudo de análise físico-química e sensorial relatou valor de pH de 6,53.

As amostras das amêndoas do baru que apresentam valores baixo de acidez e pH abaixo da neutralidade, indicam amêndoas de caráter ácido. Entretanto verifica-se que as amostras apresentaram valores próximos a neutralidade e corrobora com o estudo das características físico-químicas da amêndoa de macaúba, realizado por Dessimoni-Pinto *et al.* (2010), que apresentou valor de pH de 6,94, afirmando que valores de pH próximo à neutralidade é uma característica pertencente às amêndoas.

As amêndoas do baru apresentaram médias de umidade com uma variação entre 5,03 a 6,60 g(100 g)<sup>-1</sup>, apresentando uma média geral de 5,93 g(100 g)<sup>-1</sup>. Todos os municípios apresentaram diferença sendo que o município de Riachinho foi o que apresentou a menor média em relação aos demais municípios e Natalândia com maior média. Apesar das diferenças entre os municípios todos estão apresentaram valores aproximados em relação aos estudos realizados por Vallilo *et al.* (1990), que encontrou valores médios de 5,80 g(100 g)<sup>-1</sup> amêndoas de baru cultivadas no estado de São Paulo. Takemoto *et al.* (2001) relatou valores de umidade variando de 5,9-6,3 g(100 g)<sup>-1</sup> para as amêndoas na região de Pirenópolis/GO. Nos estudos de caracterização físico-química da amêndoa, realizado por Sousa, Miranda e

Sousa (2019), a amostra apresentou teores de umidade de  $5,68 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Essa variação nos teores de umidade pode estar relacionada a diversos fatores como composição, variações ambientais e genéticas, bem como a forma de armazenamento.

Na Tabela 9, podemos verificar as médias para as variáveis de lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos analisados nas amêndoas *in natura* do baru colhida nos cinco municípios.

**Tabela 9.** Médias dos valores de lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog), em 05 municípios do Noroeste de Minas Gerais.

Municípios	Lipídios	Proteínas	Cinzas	Carboidratos	VET
Arinos	42,70 a	26,18 b	2,97 b	22,57 e	579,34 a
Buritis	41,79 b	25,95 c	3,07 a	22,82 d	571,71 b
Natalândia	39,94 c	26,38 a	2,63 c	24,39 c	562,79 c
Uruana de Minas	37,08 d	24,95 e	2,41 d	29,30 b	551,03 d
Riachinho	36,20 e	25,12 d	2,39 d	31,21 a	551,40 d
Média geral	39,54	25,72	2,69	26,05	563,256
CV (%)	0,16	0,12	0,6	0,35	0,04

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

As amêndoas do baru apresentaram uma média geral de  $39,54 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$  para o teor de lipídios, com variação entre  $36,20$  a  $42,70 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$  entre os municípios estudados. Riachinho teve a menor média com  $36,20 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$  e Arinos teve a maior média com  $42,70 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Estudos prévios relataram valores similares, como Freitas (2009) que obteve valores de  $41,81$  a  $45,80 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$  e Czeder (2009) que apresentou valores de  $39,88$  a  $42,26 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Sousa, Miranda e Sousa (2019) relataram um valor de  $38,4 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Takemoto *et al.* (2001) sugerem que a amêndoa do baru pode ser utilizada em dietas devido aos percentuais de lipídios e proteínas obtidos em seus estudos de composição química, mas deve-se considerar possíveis substâncias tóxicas ou alergênicas.

Em relação ao teor de proteínas, as amêndoas do baru apresentaram médias com uma variação entre  $24,95$  a  $26,38 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ , tendo uma média geral de  $25,72 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Apesar dos valores serem próximos, houve diferença significativa entre os municípios. O município de Uruana de Minas apresentou a menor média em relação aos demais municípios, enquanto Natalândia apresentou a maior média, com valores de  $24,95$  a  $26,38 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ , respectivamente. Esses valores estão próximos dos resultados de pesquisas realizadas por Czeder (2009), que relatou valor de  $30,9 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ ; Martins (2006) apresentou valor de  $22,30 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ ; Freitas (2009) com valores de  $24,25$  a  $31,88 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . Como uma importante fonte alimentar, a amêndoa do baru é rica em nutrientes, apresentando elevados teores de proteínas e de lipídios, indicando que é um excelente alimento fonte de energia, de acordo com Freitas (2009).

Os valores de cinzas nas amêndoas do baru variaram consideravelmente, com médias que oscilaram de  $2,39$  a  $3,07 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ , apresentando uma média geral de  $2,69 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ . A menor média foi registrada para os municípios de Riachinho e Uruana da Minas, que não apresentaram diferenças significativas entre si. Já a maior média foi registrada para o município de Buritis, com diferença significativa em relação aos outros municípios. Além disso, os municípios de Arinos e Natalândia também apresentaram diferenças significativas entre si e com os outros municípios. Os valores encontrados são similares aos relatados em estudos anteriores, como os de Martins (2009) com  $2,81 \text{ g}(100 \text{ g})^{-1}$ , Lima *et al.* (2010) com

3,03 g(100 g)<sup>-1</sup>, Siqueira (2015) com 2,46 g(100 g)<sup>-1</sup> e Czeder (2009) com valores entre 2,87 e 3,07 g(100 g)<sup>-1</sup>. De acordo com Freitas (2009), as diferentes concentrações de cinzas podem estar relacionadas a variações na quantidade de minerais presentes nas amêndoas, como cálcio, ferro, zinco e selênio.

As amostras das amêndoas do baru apresentaram médias de teor de carboidratos que variaram de 22,57 a 31,21 g(100 g)<sup>-1</sup>, com uma média geral de 26,05 g(100 g)<sup>-1</sup>. Houve diferença significativa em relação a todos os municípios estudados, sendo que a menor média foi encontrada em Arinos e a maior em Riachinho. Os valores médios encontrados estão dentro da faixa relatada em estudos anteriores, como os de Bozza (2004) com 25,80 g(100 g)<sup>-1</sup>, Santos *et al.* (2012) com 28,16 g(100 g)<sup>-1</sup> e Rocha (2016) com 34,04 g(100 g)<sup>-1</sup>. Por outro lado, os valores foram superiores aos encontrados por Tekamoto *et al.* (2001) com 15,80 g(100 g)<sup>-1</sup>.

Quanto ao valor energético total, as amêndoas do baru apresentaram médias com uma variação entre 579,34 a 551,03 Kcal.100 g<sup>-1</sup>, tendo uma média geral de 563,256 Kcal. 100 g<sup>-1</sup>. As amostras de Arinos (579,34 Kcal.100 g<sup>-1</sup>), Buritis (571,71 Kcal.100 g<sup>-1</sup>) e Natalândia (562,79 Kcal.100 g<sup>-1</sup>) apresentaram diferenças ( $p>0,05$ ) entre si e das amostras Riachinho (551,40 Kcal.100 g<sup>-1</sup>) e Uruana de Minas (551,03 Kcal.100 g<sup>-1</sup>), as quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Os resultados relatados por Rocha (2016), com cerca de 574,8Kcal.100 g<sup>-1</sup> e Caetano *et al.*(2017), com 607,75 Kcal 100 g<sup>-1</sup>, são superiores aos valores encontrados para as amostras deste experimento, mas sendo próximo as amostras de Arinos e Buritis. Czeder (2009) relata em seu estudo valores entre 517,84 a 537,38 Kcal.100 g<sup>-1</sup> e Fernandes *et al.* (2010) com o estudo das amêndoas de baru de árvores nativas do estado de Goiás, relatou um valor energético total entre 526,09 - 542,14 Kcal 100 g<sup>-1</sup>.

As diferenças encontradas entre as amostras coletadas nos cinco municípios estudados e também nas literaturas pesquisadas podem estar associadas a diversos fatores, como a região e o clima, a forma de armazenamento, a composição, as variações ambientais e genéticas, entre outros. Mesmo com as diferenças, as amostras apresentaram uma boa qualidade nutricional, com valores elevados de proteínas e lipídios, bem como características físicas desejáveis para amêndoas do baru.

#### **4.3 Qualidade físico-química e microbiológica das amêndoas do baru torradas em função da embalagem e períodos de armazenamento**

Em relação aos estudos com as amêndoas do baru torradas acondicionadas três tipos de embalagens utilizadas pelos produtores e uma embalagem utilizada pela COPABASE, para analisar qual apresenta as melhores características para manter qualidade físico-química e sanitária das amêndoas durante os períodos de armazenamento, tivemos os seguintes resultados ao final do experimento, para ganho de massa, umidade e pH:

Nas tabelas 10 e 11, temos os desdobramentos das médias de ganho de massa e umidade por embalagem em relação aos dias de armazenamento, demonstrando o ganho de massa e umidade por todas as embalagens utilizada. Uma das particularidades das amêndoas de baru reside na sua natureza higroscópica, o que significa que elas têm a capacidade de absorver umidade do ambiente (BORGES, 2013). As Figuras 29 e 30, ao término do período de armazenamento, revelam que a embalagem da COPABASE registrou o menor aumento de massa e umidade, com valores de 0,38% e 0,97 % respectivamente, e a embalagem de PET de potinho com o maior ganho de massa e umidade, com 2,01% e 6,83% respectivamente.

**Tabela 10.** Desdobramento da massa das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	100a	100,05c	100,08d	100,38d
PETGAR	100a	100,35b	100,52c	100,84c
PEBD	100a	100,73a	101,02b	101,43b
PETPOT	100a	100,97a	101,55a	102,01a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

**Tabela 11.** Médias dos valores de umidade das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

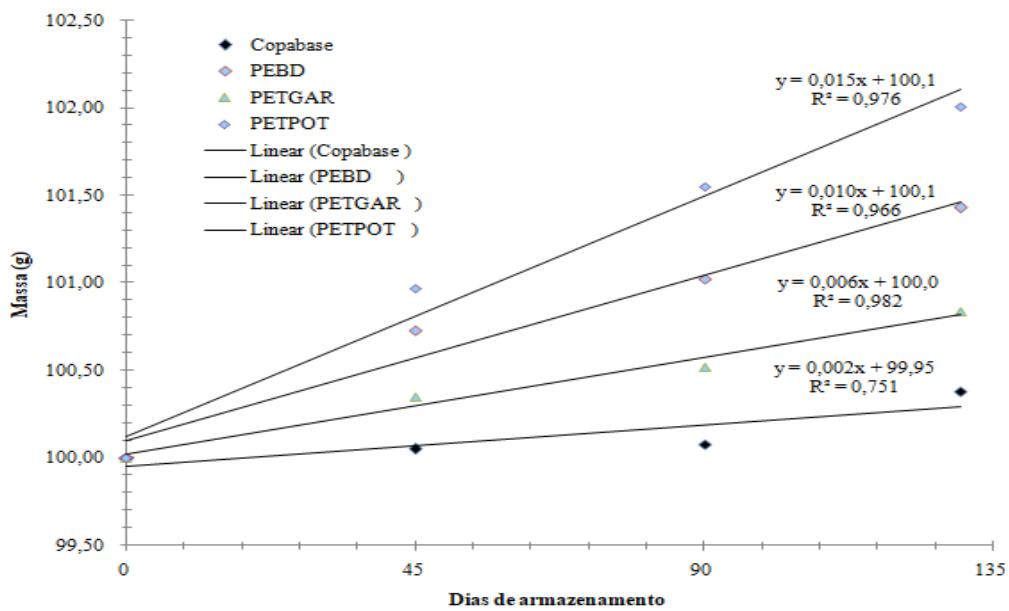
Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	2,05a	2,06c	2,06c	2,07c
PETGAR	2,05a	2,06c	2,06c	2,07c
PEBD	2,05a	2,078b	2,09b	2,10b
PETPOT	2,05a	2,09a	2,12a	2,19a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

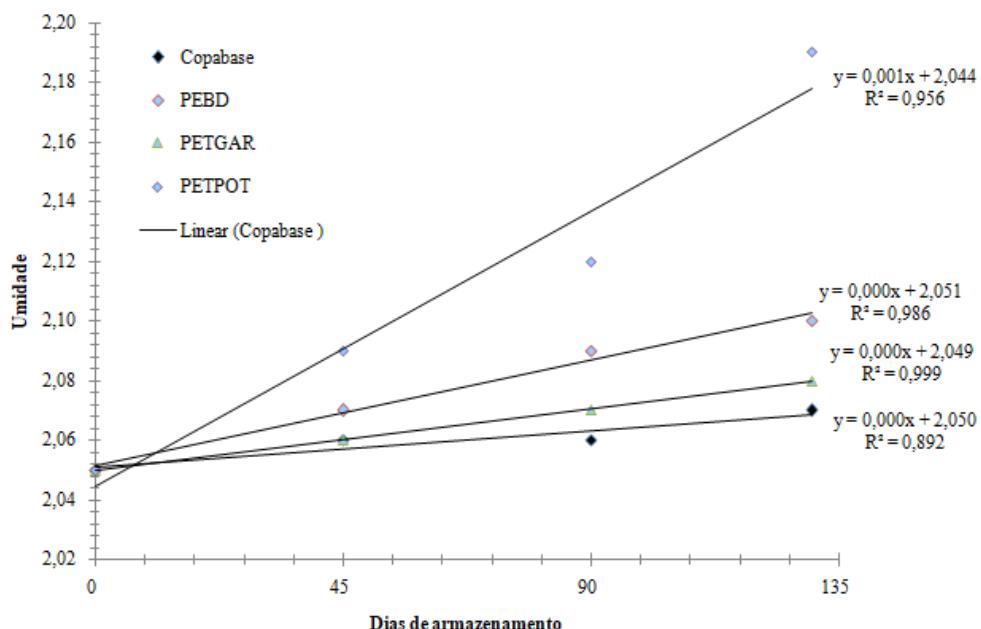
Segundo Lima e Borges (2004), no experimento com castanha salgada de caju, comprovam as amêndoas de caju, após a torrefação, possuem baixo teor de umidade, e essa característica faz com ela seja passível com o ganho de umidade, o que acarreta a perda textura.

Para evitar transferências de vapor de água entre as amêndoas e o ambiente externo, recomenda-se a utilização de embalagens de baixa permeabilidade, o que garante uma maior conservação da umidade inicial do produto (LIMA, 2002).

Segundo Jorge (2013), as embalagens de polietilenos de baixa densidade, apresentam boas características como: alta flexibilidade, boa resistência à maioria dos solventes, permeabilidade a óleos e gorduras, baixa permeabilidade a vapores de água e elevada ao oxigênio e os polietilenos de alta densidade apresentam menor flexibilidade e transparência, maior resistência química e menor permeabilidade ao vapor de água e ao oxigênio.



**Figura 29.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para massa das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.



**Figura 30.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para umidade das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Ao estudar os efeitos das embalagens nas propriedades físico-químicas das amêndoas, com o uso de dois tipos de embalagens plásticas, Guiné *et al.* (2014), indicam que o PEBD apresentou melhores resultados que o PEBDL. Esses autores relatam que esta diferença se dá, em função do PEBDL ser um plástico mais fino que o PEBD, sendo assim, apresentando melhor barreira à umidade, consequentemente, os produtos absorvem menos água e menor ganho de massa.

A COPABASE utiliza embalagem de sacos metalizados de PET (Polietileno Tereftalato) mais a laminação PEVD (Polietileno de baixa densidade), além da boa vedação no fechamento, o que pode ser o fator que lhe garantiu menor ganho umidade e consequentemente menor ganho massa. Embalagens à base de polietileno tereftalato (PET) ou polipropileno, com uso da laminação de alumínio, tem apresentado resultados favoráveis na redução da permeabilidade ao vapor de água e oxigênio (MUELLER; SCHOPENWEITZ; LANGOWSKI, 2012).

Segundo Lorini *et al.* (2015), no estudo com a conservação das amêndoas baseado na influência das embalagens utilizadas demonstraram uma qualidade positiva, mas a embalagem a vácuo apontou uma permeabilidade maior a água o que levou elevada atividade de água, portanto concluindo que, durante o estudo a embalagem aluminizada foi a mais eficaz.

A embalagem PET é feita de materiais que apresentam boas características para as embalagens de castanhas, sendo ótima barreira a gases, boa resistência química a óleos e gorduras, resistência térmica e ausência de odor, alta permeabilidade ao vapor de água (GARRUTI, 2015; JORGE, 2013; BRITO, 2010).

A embalagem de PET de potinho apresentou maior ganho de umidade e consequente ganho de massa, apesar das boas características que apresenta, o ganho de massa e umidade pode estar relacionado ao processo de vedação da embalagem no seu fechamento.

O ganho de umidade deve ser controlado durante o período de armazenamento das amêndoas de baru, pois interferem diretamente na sua deterioração, por influenciarem no ganho de umidade e consequentemente no processo de rancificação, textura e sólidos solúveis, sendo assim, a embalagem de PET (Polietileno Tereftalato) mais a laminação PEVD (Polietileno de baixa densidade), utilizada pela COPABASE, além da boa vedação no fechamento, seria a mais indicada a ser utilizada pelos produtores que comercializam a amêndoa do baru.

Os valores encontrados para o pH, das amêndoas do baru durante os períodos de armazenamento, estão apresentados na Tabela 12 e na Figura 31. Todas as embalagens utilizadas apresentaram diferenças significativas a partir dos 45 dias de armazenamento, sendo os maiores valores para as embalagens da COPABASE e PEVD, que não apresentaram diferença entre si, seguidas pelas embalagens PET de garrafinha e PET de potinho, com o menor valor. Já no segundo período de armazenamento, somente a embalagem de PET de potinho apresentou o menor valor, seguido pela PETGAR, PEVD e COPABASE que não apresentaram diferença significativa entre si. No último período de armazenamento, com 135 dias, a embalagem PETPORT continuou com o menor valor, de 6,16, seguida das embalagens PETGAR e PEVD, com valor médio de 6,21, não apresentando diferença entre si, seguida da COPABASE, com o maior valor, de 6,23.

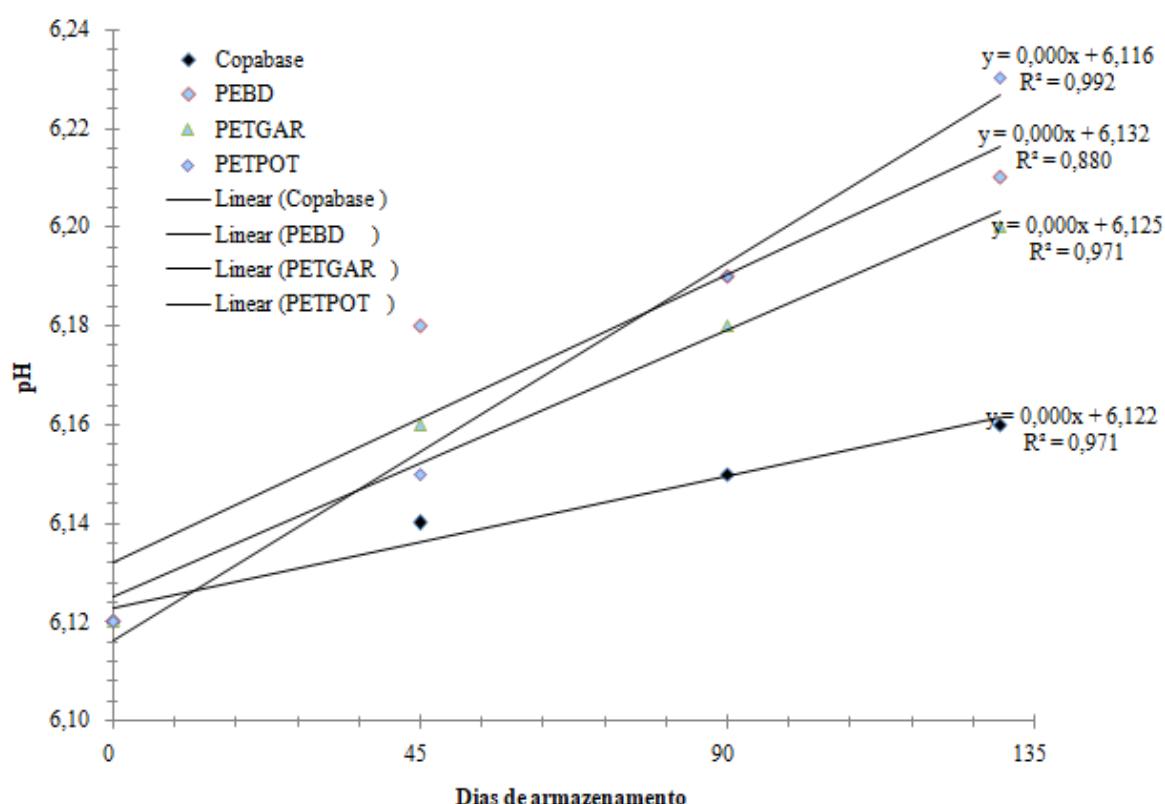
**Tabela 12.** Médias dos valores de pH das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	6,12a	6,14c	6,15b	6,16c
PETGAR	6,12a	6,16b	6,18a	6,21b
PEVD	6,12a	6,19a	6,19a	6,21b
PETPOT	6,12a	6,16b	6,19a	6,23a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Dessimoni-Pinto (2010), relata em seus estudos com a amêndoia de macaúba, teve valores médios aproximados a neutralidade, sendo uma característica pertencente ao grupo das amêndoas, como os valores encontrados neste experimento, que variaram de 6,11 a 6,26. Outros estudos validam os resultados encontrados, como por Santos *et al.* (2012), de 6,63 para as amêndoas da castanha-do-brasil; de Santos *et al.* (2020), que encontrou um valor médio de 6,16 para a amêndoia de cupuaçu.

Na microbiologia do alimentos, o pH acaba tornando-se um elemento de extrema importância no controle biológico, por ser limitante para os diferentes tipos de microrganismos. Para as amêndoas, por serem alimentos pouco ácidos ( $> 4,5$ ), acabam apresentado características que favorecem o desenvolvimento de bactérias, sejam elas leveduras e/ou patogênicas (JOSEPH, 2017).



**Figura 31.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para pH das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Segundo Reis (2016), no seu estudo com a amêndoia do baru torrada ele observou que, as menores médias de pH foi no tratamento controle, o qual foram armazenadas sem embalagem, sendo também a que teve maior ganho de umidade. No estudo feito por Malheiros (2007), com a erva-mate durante o seu armazenamento, justificou que os tratamentos que tiveram maior ganho de umidade, foram os que apresentaram menores valores de pH, relacionado o pH à atividade de água em produtos de baixa umidade, o que pode ser visto neste experimento.

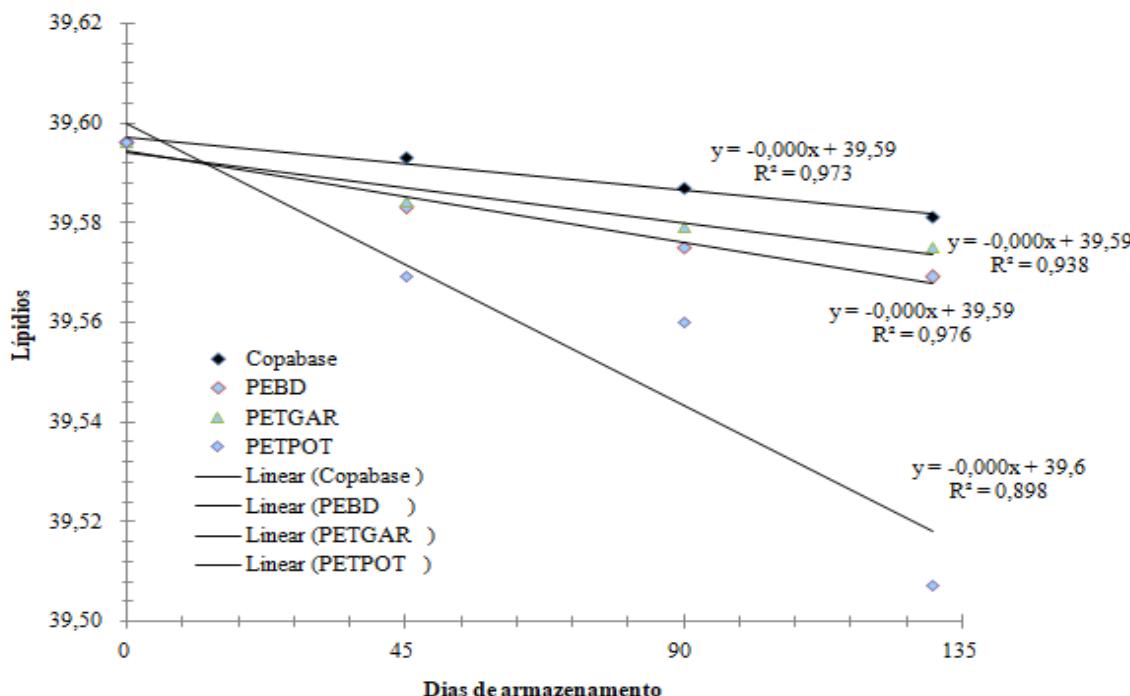
Os valores de lipídios encontrados para as amêndoas do baru, durante os períodos de armazenamento, foram de 39,59 a 39,51 g(100 g)<sup>-1</sup>, conforme Tabela 13 e Figura 32, valores

corroborado por Brito e Benedetti (2020) que encontrou valor de 35,36 g(100 g)<sup>-1</sup>; Sousa *et al.* (2013), que relatou valor de 38,2 g(100 g)<sup>-1</sup> e com valor inferior ao encontrado por Fernandes *et al.* (2010), de 41,97 g(100 g)<sup>-1</sup>.

**Tabela 13:** Médias dos valores de lipídios das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	39,59a	39,59a	39,59a	39,58a
PETGAR	39,59a	39,58a	39,58a	39,57a
PEBD	39,59a	39,58a	39,57a	39,56a
PETPOT	39,59a	39,56a	39,56a	39,51a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



**Figura 32.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para lipídios das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Na avaliação comparativa entre os tipos de embalagem e os períodos de armazenamentos, as amêndoas de baru, é possível notar uma discrepância no teor de lipídios, com exceção da embalagem empregada pela COPABASE. Nessa, o teor permaneceu constante durante os primeiros 90 dias de armazenamento e, sofrendo uma leve alteração após esse período, porém sem apresentar diferença significativa.

Na pesquisa a embalagem da COPABASE apresentou o melhor resultado, sendo assim a melhor indicação para o armazenamento das amêndoas durante o período de armazenamento estudado. Sattar (1989) relata que alimentos com alto teor de gorduras e óleos podem ser afetados pela incidência da luz, causando prejuízos a qualidade e estabilidade pela

oxidação lipídica. Alterações em lipídios causam modificações, como a formação de ácidos graxos livres, causando alterações na qualidade sensorial e consequentemente lhe conferindo sabor e odor desagradável (SILVA, 2012), o que foi verificado com as amêndoas armazenadas nas embalagens PETPOT. Após o período de armazenamento, foi constatado que as amêndoas apresentaram odor e sabor desagradável de ranço.

No estudo de rancidez oxidativa em castanhas do Brasil em diferentes condições de armazenamento, Casagrande *et al.* (2019), relataram que alimentos ricos em lipídeos são favorecidos a alteração lipídica, causando a rancidez oxidativa, uma vez terem na sua constituição ácidos graxos insaturados, o que causa o sabor rançoso nos alimentos.

A embalagem da COPABASE, apresentou o mesmo sabor e odor durante o período de armazenamento, o que pode ser devido a composição da embalagem, o pode ser corroborado por Lorini *et al.* (2018), que verificou no seu estudo que a embalagem de polipropileno a vácuo aluminizada, manteve as características em relação a fração lipídica na castanha-do-Brasil, preservando a sua qualidade nutricional durante o armazenamento de nove meses, tendo em vista que a impermeabilidade da embalagem utilizada, inibindo a oxidação lipídica, em virtude de criar uma barreira à luz.

As alterações lipídicas que ocorrem nos alimentos afetam a sua qualidade nutricional e características sensoriais, levando a uma redução na vida útil.

Em relação a pesquisa para verificar o efeito as embalagens sobre os teores de proteínas das amêndoas do baru, os valores obtidos foi de 26,978 a 26,963 g(100 g)<sup>-1</sup>, conforme dados na Tabela 14 e Figura 33, valores corroborados por Freitas (2009) corroboram os valores encontrados no estudo, onde relatar valores de 24,25 a 27,66 g(100 g)<sup>-1</sup>; valores similares também são relatados por Sousa *et al.* (2011), com 29,92 g(100 g)<sup>-1</sup>; Lima *et al.* (2010), com 26,97 g(100 g)<sup>-1</sup>.

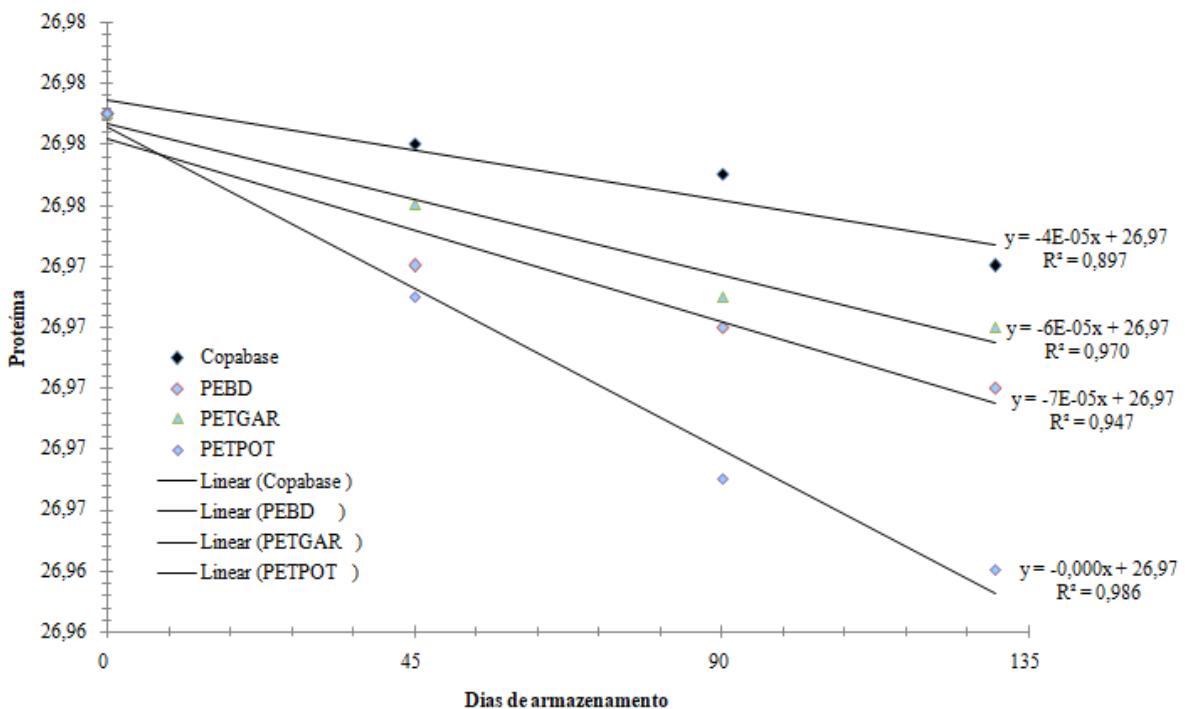
**Tabela 14.** Médias dos valores de proteínas das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	26,97a	26,978a	26,977a	26,974a
PETGAR	26,97a	26,976ab	26,972b	26,972a
PEBD	26,97a	26,974b	26,972ab	26,968b
PETPOT	26,97a	26,973b	26,968b	26,963c

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Observa-se que em relação ao tipo de embalagem utilizada houve diferença significativa no teor de proteínas durante os períodos de armazenamento, sendo a COPABASE com o maior valor e a PETPOT com o menor.

Já em relação ao tempo de armazenamento, o estudo mostra que, apesar de uma pequena redução nos teores, as amêndoas do baru armazenadas em diferentes tipos de embalagens não influenciaram tão significativa no teor de proteína., não apresentando uma diferença tão significativa em relação ao período zero dias. Em uma avaliação geral, nota-se que a embalagem da COPABASE não apresentou diferença significativa durante o período de armazenamento. Já as embalagens PETGAR, PEBD e PETPOT, apresentaram diferença após os 45 dias de armazenamento, mantendo-se constante até o final do armazenamento, exceto a PETPOT, que apresentou diferença significativa após os 90 dias de armazenamento.



**Figura 33.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para proteínas das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Observa-se que durante o período de armazenamento a alteração no valor de proteínas ocorreu somente a partir dos 45 dias, mantendo-se constante em todas as embalagens, exceto a embalagem PETPOT que apresentou diferença significativa no último período de armazenamento. A embalagem PEBD, permaneceu inalterada após os 45 dias de armazenamento, sem apresentar diferenças significativas até o término desse período.

De acordo com Silva, Oliveira e Resende (2021), no estudo realizado com as amêndoas da castanha-do-Brasil, os teores de proteínas não apresentaram variações ao longo do período de dez meses de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem utilizada. No entanto, foi observada uma diferença significativa no conteúdo de proteína entre as embalagens durante as diferentes épocas avaliadas.

Reis (2016), no seu estudo com amêndoas do baru em função da embalagem utilizada e temperatura de torrefação, identificou um aumento de no teor de proteínas durante o período de armazenamento para todas as embalagens utilizadas, sendo elas PEBD, PP, PET e PVC+EPS. No estudo conduzido por Donadon *et al.* (2015), os resultados obtidos corroboram com os achados deste estudo, evidenciando que os valores de proteína bruta de semente de crambe, não apresentaram diferenças significativas em relação aos ambientes utilizados para o armazenamento. Foi observado uma diminuição gradual ao longo do período de armazenamento, indicando claramente a degradação das proteínas. A degradação das proteínas pode ocorrer durante o armazenamento de sementes oleaginosas com teores acima de 8%, por isso pode estimular a atividade e aquecimento da massa (CARTER, 1978).

No estudo com grãos de abóbora secos, Belmiro *et al.* (2010), verificou que não houve alteração no teor de proteínas durante o período de armazenamento, utilizando embalagens de polipropileno. Reis (2016), relata em seu trabalho que as embalagens PET, PP e PEBD foram as que apresentaram melhores resultados, mantendo a conservação das proteínas de amêndoas do baru, demonstrando que não ocorreu degradação das proteínas durante os períodos de

armazenamento.

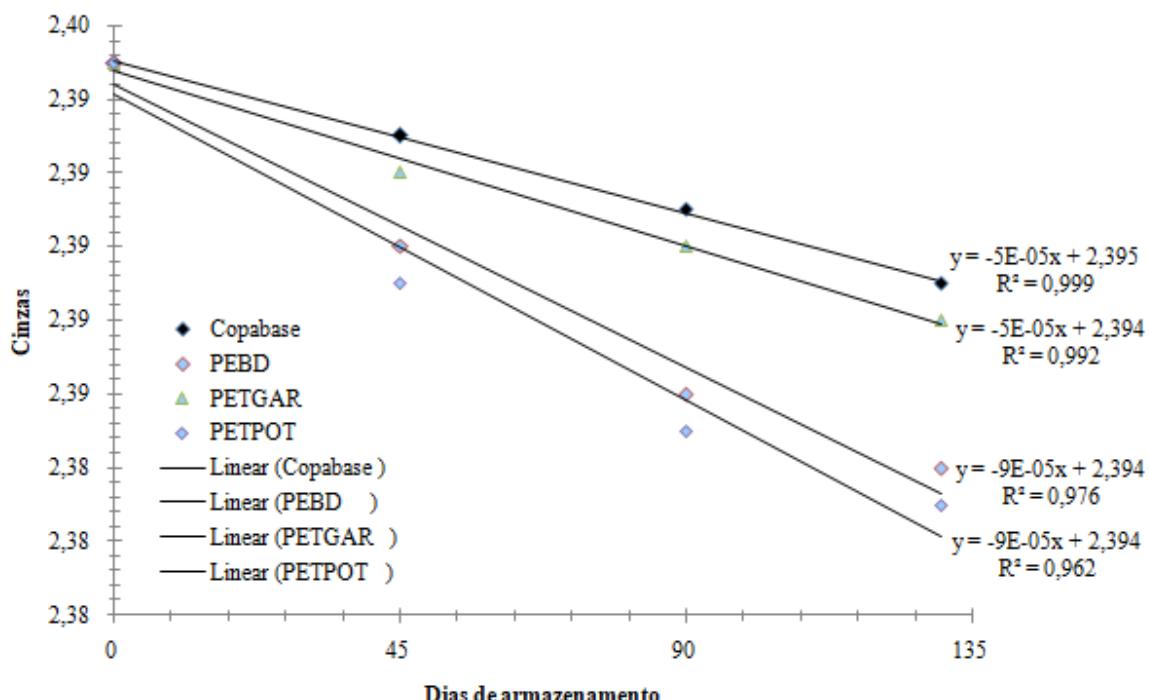
Neste estudo pode constatar que todas as embalagens apresentaram resultados satisfatórios durante os períodos de armazenamento, pois apesar de ter ocorrido uma redução no teor de proteínas, o mesmo foi muito baixo em relação ao valor apresentado com zero dia de armazenamento.

Já os efeitos das embalagens sobre os teores de cinzas das amêndoas do baru, os valores foram de 2,390 a 2,383 g(100 g)<sup>-1</sup>, demonstrando que houve diferença significativa na interação do tempo de armazenamento e alguns tipos de embalagens utilizadas, conforme demonstrado na Tabela 15 e Figura 34.

**Tabela 15.** Médias dos valores de cinzas das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	2,39a	2,393a	2,391a	2,389a
PETGAR	2,39a	2,392a	2,390a	2,388a
PEBD	2,39a	2,39ab	2,386b	2,385b
PETPOT	2,39a	2,389b	2,386b	2,383b

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



**Figura 34.** Desdobramento da interação das embalagens dentro dos períodos avaliados para cinzas das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Na análise do período de armazenamento, em relação ao teor de cinza, a embalagem da COPABASE e PETGAR não apresentaram diferença significativa. Já as embalagens

PEBD apresentaram diferença significativa a partir dos 90 dias de armazenamento e a PETPOT a partir dos 45 dias de armazenamento.

Na análise quanto ao tipo de embalagem utilizada, houve diferença significativa a partir dos 45 dias de armazenamento para a embalagem PETPOT e 90 dias de armazenamento para a embalagem PEBD. Já as embalagens da COPABASE e PETGAR não apresentaram diferença significativa entre si durante os períodos de armazenamento.

Os valores encontrados na pesquisa realizada podem ser corroborados com os valores dos teores de cinzas próximos encontrados por Takemoto *et al.* (2011), com 2,70 g(100 g)<sup>-1</sup>; Martins (2006), com 2,81 g(100 g)<sup>-1</sup>; Lima (2012), com 2,99 g(100 g)<sup>-1</sup>.

Para as amostras das amêndoas e embalagens estudadas, verifica-se que não houve diferenças significativas durante os primeiros períodos de armazenamento para a maioria das embalagens, mostrando que elas foram eficientes para manter a conservação dos minerais presentes nas amostras de amêndoas do baru.

Em relação qualidade microbiológica analisada, a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2021, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, a qual aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, trouxe muitas contribuições no combate e redução de doenças alimentares, apresentando melhorias no controle sanitário. Com isso, a RDC estabelece padrões para os microrganismos Coliformes 45º para nozes, amêndoas, amendoim e similares, cruas, inteiras ou descascadas, onde o limite máximo é de 103 UFC/g.

Baseado nesta resolução os resultados das análises microbiológicas para coliformes totais a 35 °C e coliformes a 45 °C (termotolerantes), em NMP/g, encontram-se demonstrados nas Tabelas 16 e 17.

Na tabela 16, de acordo com os resultados apresentados, pode-se verificar que as embalagens da COPABASE, PETGAR e PETGAR não apresentaram contaminação durante os períodos de armazenamento para coliformes totais. Já a embalagem PETPOT apresentou contaminação para coliformes totais no período de 135 dias de armazenamento, apresentando diferença significativa entre as amostras.

Para Coliformes a 45º, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 17 e nenhuma das embalagens apresentaram contaminação durante os períodos de armazenamento.

**Tabela 16.** Resultado de coliformes totais a 35°C das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	<3a	<3a	<3a	<3a
PETGAR	<3a	<3a	<3a	<3a
PEBD	<3a	<3a	<3a	<3a
PETPOT	<3a	<3a	<3a	3b

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 17.** Resultado de coliformes totais a 45°C das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	<3a	<3a	<3a	<3a
PETGAR	<3a	<3a	<3a	<3a
PEBD	<3a	<3a	<3a	<3a
PETPOT	<3a	<3a	<3a	<3a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Os resultados encontrados nesta pesquisa foram semelhantes aos encontrados em outros estudos, como os de Silva *et al.* (2012) que, analisaram castanhas de caju processadas por cooperativas no município de Picos/PI, onde as amostras apresentaram valores inferiores permitidos pela legislação. No estudo realizado por Lima e Borges (2004), onde analisaram as condições de armazenamento das castanhas de caju, também não apresentaram a presença de coliformes a 45 °C, demonstrando que as castanhas de caju encontravam-se dentro dos padrões determinados pela legislação.

Nos estudos realizados com a farinha de baru, os resultados para a contagem de coliformes totais a 45 °C, foram abaixo do limite de tolerância permitido pela legislação durante os períodos de armazenamento demonstrando que a ausência ou baixa contagem dos microrganismos analisados, pode ser condições satisfatórias durante o processamento e armazenamento do alimento (BENEDITTI, 2013).

A pesquisa de microrganismos coliformes é especialmente importante em alimentos, uma vez que estes microrganismos são indicadores de contaminação fecal, onde a sua presença nos alimentos pode indicar uma possível contaminação de origem fecal, bem como a presença de patógenos, indicando condições inadequadas de manipulação dos alimentos durante o processamento, produção ou armazenamento.

Analizando os resultados encontrados, de acordo com a Resolução RDC N °12. pode-se dizer que as embalagens utilizadas atenderam as condições satisfatórias de proteção durante os períodos de armazenamento, bem como indicando boas condições higiênicas no processamento.

Em relação contagem microbiológica para bactérias aeróbias mesófilas, os resultados variaram de demonstrado na Tabela 18. Para contagem total de mesófilos aeróbios os resultados variaram na faixa de  $5,6 \times 10^1$  a  $3,6 \times 10^2$  UFC/g. Pode-se observar que a amostra na embalagem da COPABASE foi a que apresentou a menor média de crescimento e a PETPOT a que apresentou a maior média de crescimento microbiológico.

Pode-se observar que as todas as embalagens utilizadas apresentaram diferenças significativas entre si, mostrando crescimento microbiológico a partir dos 45 dias de armazenamento, sendo o menor valor COPABASE, com  $9 \times 10^1$  UFC/g e o maior valor para a embalagem PETPOT, com  $1,6 \times 10^2$  UFC/g. Em relação aos períodos de armazenamento para cada embalagem utilizada, a partir dos 45 dias armazenamentos, as mesmas não apresentaram diferença significativa, mesmo apresentando um aumento no número de bactérias.

**Tabela 18.** Resultado microbiológico para bactérias aeróbias mesófilas das amêndoas do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog) armazenando em diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento.

Variáveis	Dias de armazenamento			
	0	45	90	135
COPABASE	5,0x10 <sup>1</sup> a	6,0x10 <sup>1</sup> d	8,0x10 <sup>1</sup> d	9,0x10 <sup>1</sup> d
PETGAR	5,0x10 <sup>1</sup> a	1,1x10 <sup>2</sup> b	1,6x10 <sup>2</sup> b	2,1x10 <sup>2</sup> b
PEBD	5,0x10 <sup>1</sup> a	1,0x10 <sup>2</sup> c	1,4x10 <sup>2</sup> c	1,8x10 <sup>2</sup> c
PETPOT	5,0x10 <sup>1</sup> a	1,6x10 <sup>2</sup> a	2,8x10 <sup>2</sup> a	3,6x10 <sup>2</sup> a

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, entre linhas contíguas, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Segundo Rabêlo (2008), nos estudos com a castanha de pequi, o baixo teor de umidade das amostras, o que resulta em condições inadequadas para o crescimento dessas bactérias, pode ajudar a explicar a baixa contagem de bactérias mesófilas encontradas neste estudo.

Já nos estudos realizados por Souza *et al* (2004), nas usinas de beneficiamento de castanhas-do-Brasil no Acre, foram identificados elevados índices de bactérias mesófilas, tanto na forma vegetativa quanto esporulada, que na sua análise, a alta contaminação se deve a condições higiênicas adequadas, principalmente durante a manipulação das castanhas.

O processamento da castanha, é uma atividade que envolve muita manipulação, necessitando assim, dos cuidados com a higienização durante toda etapa de industrialização, evitando assim a contaminação microbiológica do produto e garantido a sua qualidade.

A legislação brasileira não estabelece limites de tolerância para contagem padrão em placa de bactérias mesófilas para amêndoas cruas ou torradas, inteiras ou descascadas, mas a sua avaliação tem a finalidade de avaliar a qualidade higiênica do processamento utilizado, bem como as condições de armazenamento. Com base nas pesquisas conduzidas por Leitão (1988), foi observado que valores máximos aceitáveis variaram entre 10<sup>4</sup> e 10<sup>6</sup> UFC/g.

Apesar da contaminação evidente no beneficiamento das amêndoas de baru, é possível observar que as condições higiênicas de processamento e armazenamento foram adequadas, uma vez que nenhuma amostra excedeu a contagem máxima de 10<sup>3</sup> UFC/g.

Mesmo estando dentro do limites de segurança, a presença de microrganismo aeróbios mesófilos nos alimentos pode ser um indicativo de que houve falhas durante o beneficiamento e processamento dos alimentos, na higienização de equipamento e utensílios, no controle da aplicação do tratamento térmico, bem como nas condições inadequadas de armazenamento.

## 5 CONCLUSÕES

A pesquisa deste trabalho buscou verificar a contaminação das castanhas do baru, quanto à presença por fungos produtores de aflatoxinas durante os períodos de armazenamento nas propriedades rurais, onde houve uma maior incidências fúngica pelos fungos *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizopus* sp. e *Fusarium* spp, nas localidades estudadas.

A adoção de boas práticas agrícolas sobre o manejo durante o processo de colheita, pós-colheita e armazenamento das castanhas do baru são cuidados básico e necessários para garantir a qualidade sanitária, evitando assim a proliferação dos fungos produtores de aflatoxinas, bem como evitando prejuízos econômicos para os agricultores e reduzindo o risco a saúde para os consumidores.

Pode-se concluir que, em relação a caracterização física das amêndoas do baru que os municípios de Arinos, Buritis e Natalândia apresentaram amêndoas com características semelhantes, sendo mais robustas e consequentemente apresentando uma massa maior que aos demais municípios. Já os municípios de Uruana de Minas e Riachinho apresentaram amêndoas mais estreitas e curtas e consequentemente com menor massa. O mesmo correu com o valor nutricional, onde Arinos, Buritis e Natalândia apresentaram as médias mais elevadas para os teores de lipídios, proteínas e baixo teor de umidade. Identificar a caracterização regional das amêndoas é de grande relevância econômica e de aceitação no mercado consumidor, em virtude do tamanho e do elevado teor proteico que as apresentam. Além de poder fazer a seleção e montagem de banco de sementes das matrizes de melhores qualidades.

Em relação ao estudo dos diferentes tipos de embalagens e períodos de armazenamento, as embalagens que apresentaram melhores resultados para o armazenamento das amêndoas do baru torradas foram a da COPABASE (PET (Polietileno Tereftalato) mais a laminação PEBD (Polietileno de baixa densidade) e PETGAR (polietileno tereftalato de garrafinha), uma vez que garantiram uma maior conservação das qualidades físicas, físico-química e microbiológicas durante o armazenamento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABARCA, M. L.; BRAGULAT, M. R.; CASTELLA, G. Accensi F, Cabañes FJ (1997). New ochratoxigenic species in the genus Aspergillus. **Journal of Food Protection** 60: 1580-1582.
- ABETE, I.; PEREZ-CORNAGO, A.; NAVAS-CARRETERO, S.; BONDIA-PONS; I.; ZULET, M.A.; MARTINEZ, J.A. A regular lycopene enriched tomato sauce consumption influences antioxidant status of healthy young-subjects: A crossover study. **Journal of Functional Foods**, St. John's, v. 5, n.1, p. 28–35, 2013.
- ABREU, P. A. A. **Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado**. 157 f. Dissertação, (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2015.
- ALISSA, E. M.; FERNS, G. A. Functional foods and nutraceuticals in the primary prevention of cardiovascular diseases. **Journal of Nutrition and Metabolism**, New York, 2012. doi:10.1155/2012/569486.
- ÁLVARES, V. S.; CASTRO, I. M.; COSTA, D. A.; LIMA, A. C.; MADRUGA, A. L. S. Qualidade da castanha-do-brasil do comércio de Rio Branco, Acre. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 2, p. 269-274, 2012.
- ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da diretoria colegiada- RDC nº 07, de 18 de fevereiro de 2011. Disponível em:<[www.anvisa.gov.br/legis](http://www.anvisa.gov.br/legis)> Acessado em: 18 out. 2022.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: UFV, 2011. 601p.
- ASTROVIZA, B. A.; SUÁREZ, S. M. Micotoxinas y Cáncer. **Revista Cubana de Investigação Biomédica**. v. 2 n° 4, p 54-59, 2005.
- BAQUIÃO, A. C. **Fungos e micotoxinas em castanhas do Brasil, da colheita ao armazenamento**. 142 f. Tese, (Doutorado em Microbiologia). Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.
- BARÃO, M. Z. **Embalagens para produtos alimentícios Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR**. 2011. Disponível em: <[www.respostatecnica.org.brs](http://www.respostatecnica.org.brs)>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BATISTA, L. R.; CHALFOUN, S. M.; PRADO, G.; SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. (2003) Toxigenic fungi associated with processed (green) coffee beans (*Coffea arabica* L.) Int: **J Food Microbiol**. 25; 85 (3): 293 - 300.
- BELMIRO, T. M. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÉDO, R. M. F. de; FERNANDES, T. K. S.; BEZERRA, M. da C. T. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóbora durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.14, n.9, p.1000–1007, abr./2010.

- BENEDETTI, E. Água- Fonte da vida- Considerações. **Veterinária Notícias**. Uberlândia, v. 18, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2013.
- BENNET, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, DC,v.16, n. 3, p. 497-516, 2003.
- BIESALSKI, H. K.; DRAGSTED, L. O.; ELMADFA, I.; GROSSKLAUS, R.; MULLER, M.; SCHRENK, D.; WALTER, P.; WEBER,P. Bioactive compounds: Definition and assessmentof activity. **Nutrition**, v.25, n.11–12, p.1202-1205. 2009.
- BISPO, T.W.; DINIZ, J.D.A.S. **Caracterização dos canais de distribuição de uma cooperativa de extrativistas do Cerrado**. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, LI., 2013, Belém – PA. Anais ... Belém – PA,2013.
- BISPO, T. W.; DINIZ, J. D. de A. S. Agroextrativismo no Vale do rio Urucuia-MG: uma análise sobre pluriatividade e multifuncionalidade no Cerrado. **Sustentabilidade em Debate**, v. 5, n. 3, p. 37-55, 2014.
- BORGES, E. J. **Baru: a castanha do cerrado**. 155 f. Monografia (Especialização em Gastronomia e Segurança da Alimentação) - Centro de Excelência em Turismo, Universidade de Brasília, Brasília,2004.
- BORGES, T. H. P. **Estudo da caracterização e propriedades das amêndoas do baru e óleo de baru bruto submetido ao aquecimento**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.
- BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. **Características dos frutos e sementes de quatro procedências de dipteryx alata vogel (baru)** . *CERNE* [en linea]. 2000,6(1), 9-18[fecha de Consulta 2 de Mayo de 2021]. ISSN: 0104-7760.
- BOZZA, A. F. O. Aproveitamento dos frutos o Cerrado. In: SIMPÓSIO AMBIENTALISTA BRASILEIRO NO CERRADO, 10, 2004, Universidade Católica de Goiás. **Anais**. Goiânia: SABC, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeto de Monitoramento da Castanha do Brasil. **Relatório de Atividades**. 2002. Brasília/DF: 2002. p.110.
- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. D.O.U. n 206, de 23/10/2002, Seção 1, pág. 126.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 10, de31 de Julho de 2003. **Diário Oficial da União**. Seção 1, 04 de Agosto de 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de análise sanitária de sementes. Brasília: Mapa; 2009. p. 200.
- BRASIL. (2017). Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC N° 138, de 8 de fevereiro de 2017. Dispõe sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; PENONI, E. dos S.; DE OLIVEIRA, M. C.; PRATES, F. C.; LIMA, L. C. de O.; CARDOSO, M. das G. Caracterização química e perfil de ácidos graxos em cultivares de nogueira-macadâmia. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2166–2171, 2012.

BRITO, F. **Confecção de embalagens para acondicionamento de documentos**. Associação de Arquivistas de São Paulo, Araraquara, 2010. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/4216170-Confeccao-de-embalagens-para.html>>. Acesso: 10 mai. 2021.

CAETANO, K. A.; CEOTTO, J. M.; RIBEIRO, A. P. B.; MORAIS, F. P. R. de.; FERRARI, R. A.; PACHECO, M. T. B.; CAPITANI, C. D. Effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) addition on the composition and nutritional quality of cookies. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 2, p. 239-245, 2017.

CALDAS, J. N.; PIGOZZI, M. T.; MENDES, F. Q. **Conhecimento e hábitos de consumo de frutos nativos do Cerrado do Alto Paranaíba**. Ponta Grossa: Atena, 2019. *E-book*. (282 p.). (Avanços e Desafios da Nutrição no Brasil; v. 3). ISBN 978-85-7247-340-8. Disponível em: <<https://www.finersistemas.com/atenaeitora/index.php/admin/api/ebookPDF/2355>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

CALDAS E. D., et al. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 3, 2010. p. 319-323.

CARRAZZA, L.; ÁVILA, J. C. C. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto do Baru**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPNI). Brasil, 2010. 60 p.

CARTER, J. F. Sunflower science and technology. Madison: **American Society of Agronomy**. 1978. 505 p. (Series agronomy, 19).

CARVALHO, I. S.H. de. **Potenciais e limitações do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado: um estudo de caso da Cooperativa Grande Sertão no Norte de Minas**. 2007. 165 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARVALHO, A. de P. **Produção, políticas públicas e comercialização: as estratégias da agricultura familiar no município de Córrego Novo, MG**. 2020. 103 p. Dissertação (Mestrado em Estudos Rurais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

CASAGRANDE, J.; BRANCO, C. S.; NICOLETTO, B. B. Análise da rancidez oxidativa em castanhas do Brasil em diferentes condições de armazenamento. RBONE- **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 13, n. 81, p. 812-820, 2019.

CODEX ALIMENTARIUS. Code of practice for the prevention and reduction of aflatoxin contamination in tree nuts. **CAC/RCP 59-2005**, Rev. 1-2006, 2006.

CORRÊA, G. C. **Avaliação comportamental de plantas de baru (*Dipterix alata* Vog.) nos Cerrados do Estado de Goiás**. 1999. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal)-Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999

CORREA, G. C.; NAVES, R. V.; ROCHA, M. R.; CHAVES, L. J.; BORGES, J. D. Determinações físicas em frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.), cajuzinho (*Anacardium othonianum* Rizz.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), visando melhoramento genético. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 4, p. 42–47, 2008.

CORY, H. *et al.* The role of polyphenols in human health and food systems: A mini-review. **Frontiers in Nutrition**, [Switzerland], v. 5, n. 87, p. 1-9, Sep. 2018.

DOI:10.3389/fnut.2018.00087. Disponível em:

<<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnut.2018.00087/full>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 2. ed. Barueri: Manole, 2007. 992p.

CRIPPA, A. **Estudo do desempenho de filmes multicamadas em embalagens termoformadas**. 2006. 151f. Dissertação (pós-graduação em engenharia e ciência dos materiais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

CZEDER, L. de P. **Composição nutricional e qualidade protéica da amêndoia de baru (*Dipteryx Alata* Vog.) de plantas de três regiões do cerrado do estado de Goiás**. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CZEDER, L. P. *et al.* Baru almonds from different regions of the Brazilian Savanna: Implications on physical and nutritional characteristics. **Agricultural Sciences**, v. 3, n. 05, p. 745, 2012.

COHEN. K. DE O; GARUTTI. D. DOS S; BRITO. E. S. **Estudo do Processo de Torração da Castanha-do-Brasil Visando à Elaboração de Farinha Parcialmente Desengordurada**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. EMBRAPA. Outubro, 2005.

COSTA, T.; JORGE, N. Compostos bioativos benéficos presentes em castanhas e nozes. **Unopar Científica - Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 13 n. 3, p. 195-203, mar. 2011. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/122387/ISSN1517-2570-2011-13-03-195-203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 24 nov. 2021

COURA, S.M.C. **Mapeamento da vegetação do estado de Minas Gerais utilizando dados MODIS**. 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 2007.

DAMIANI, C.; ALMEIDA, T. L. de; COSTA, N. V.; MEDEIROS, N. X. de; SILVA, A. G. de M. e; SILVA, F. A. da; LAGE, M. E.; BECKER, F. S. Perfil de ácidos graxos e fatores antinutricionais de amêndoas de pequi crua e torrada. **Agropec.Trop**, n. 1, p. 71–78, 2013.

DESSIMONI-PINTO, N. A. V. *et al.* Características físico-químicas da amêndoia de macaúba e seu aproveitamento na elaboração de barras de cereais. **Alimentos e Nutrição**, v. 21, n. 1, p. 79-86, 2010.

DE OLIVEIRA SOUSA, A. G. *et al.* Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut. **Food Research International**, v.44, n. 7, p. 2319-2325, 2011.

DHINGRA, O. D. Prejuízos causados por microorganismos durante o armazenamento de sementes. **Revista Brasileira de Sementes, Brasília**, v. 7, n. 1, p. 139-145, 1985.

DINIZ, Sílvia Nerantzoulis da Cunha. **Vitaminas antioxidantes, carotenóides, polifenóis e envelhecimento.** 2015. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2015.

DOMINGOS, D. C. C. 2007-2008. **Alternativas de Uso Sustentável do Bioma Cerrado Através de Práticas Extrativistas e Agro-extrativistas.** Revista Acadêmica Senac On Line. Disponível em: <<http://www3.mg.senac.br/Revistasenac/edicoes/edicao4.htm>>. Acesso em: 16mai. 2021.

DONADON, J. R.; BESSA, J. F. V.; RESENDE, O.; CASTRO, C. F. de S.; ALVES, R.M. V.; SILVEIRA, E. V. Armazenamento do crambe em diferentes embalagens e ambientes: Parte II-Qualidade química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 231-237, 2015.

DRUMMOND, J.A. A extração sustentável de produtos florestais na Amazônia brasileira: vantagens, obstáculos e perspectivas. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.6, p.115-137, 1996.

EMBRAPA. **Fundamentos de Estabilidade de Alimentos.** 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/259054710\\_Fundamentos\\_de\\_estabilidade\\_de\\_alimentos](https://www.researchgate.net/publication/259054710_Fundamentos_de_estabilidade_de_alimentos)>. Acesso em: 29 nov. 2021.

FANI, M. Prevenção e controle de micotoxinas. **Revista Aditivos & Ingredientes**, p.34-42, 2016.

FAOSTAT - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Década das Nações Unidas para a Agricultura Familiar.** . Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1190270/>>. Acesso em: 12 abr. 2021.

FDA - Food and Drug Administration. **Mycotoxin Regulatory Guidance: A Guide for Grain Elevators, Feed Manufacturers, Grain Processors and Exporters.** 2011. Disponível em: <<https://www.ngfa.org/newsletter/ngfa-publishes-updated-resourceson-mycotoxins/>>. Acesso em: 29 nov. 2021.

FERNANDES, A.C. **Tipos de feijões e técnicas de preparo utilizadas em unidades produtoras de refeições das regiões Sul e Sudeste do Brasil.** 155 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição). Centro de Ciência e da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina; Florianópolis, 2010.

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, I. P.; NAVES, M. M. V. Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 90, n. 10, p. 1650-1655, 2010.

FERNÁNDEZ-CRUZ, M. L.; MANSILLA, M. L.; TADEO, J. L. Mycotoxins in fruits and their processed products: analysis, occurrence and health implications. **Journal of Advanced Research**, v. 1, p.113–122, 2010.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, A. S.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vog –Baru (Leguminosa e Papilionoideae). **Revista Cerne**. 1998; v.4, n.1.p073-086.

FERREIRA, C. M.; GABRIEL, G. H.; NEPOMUCENO, L.; CRUZ, V. de S.; ARAÚJO, E. G. de. Caracterização botânica e cadeia produtiva da espécie *Dipteryx alata* Vogel. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.15 n.28, p. 201-217, 2018.

FIORINI, A. M. R. **Atividade funcional e antioxidante das amêndoas do baru**. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, 2018.

FONSECA, H. **Os fungos e a deterioração de alimentos**. Disponível em: <<http://www.micotoxinas.com.br/boletim4.htm>>. Acesso em 27 nov. 2021.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Chemical composition of nuts and edible seeds and theirrelation to nutrition and health. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 2, p. 269–279, 2010.

FREITAS, J. B. de. **Qualidade nutricional e valor protéico da amêndoaa de baru em relação ao amendoim, castanha-de-caju e castanha-do-pará**. 61f. Dissertação (Mestrado m Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

FUENTES, B. J. **Cambios Bioquímicos en semillas de Lupinus montanus y Lupinusexaltatus asociados a tratamientos físicos, químicos y germinativos**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Programa Producción Agroalimentaria En El Trópico. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas; México, 2013.

GADIOLI, I. L. **Composição nutricional, características antioxidantes e viabilidade tecnológica da cristalização de açúcares de polpas de baru (*Dipteryx Alata* Vog.)**. 2013.115 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde). Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

GARCIA-SALAS, P.; MORALES-SOTO, A.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Phenolic-Compound-Extraction Systems for Fruit and Vegetable Samples. **Molecules**, Basel, v. 15, p. 8813-8826, 2010.

GARRUTI *et al.* Aproveitamento Industrial. ARAÙJO, J. P. P. **Caju: o produtor pergunta e a EMBRAPA responde**. Brasília, DF: Embrapa Agroindústria Tropical, 2015. cap. 4, p. 187-238.

GAWLIK-DZIKI, U. Changes in the antioxidant activities of vegetables as a consequence ofinteractions between active compounds. **Journal of Functional Foods**, St. John's, v. 4, n.4, p.872-882, 2012.

GHIZELINI, A. A. M.; ARAGUÃO, L. Campesinato e Agricultura Familiar: divergências e convergências para o reconhecimento e fortalecimento da agricultura de base familiar. **Revista de Ciências Sociais - Sinais**, Espírito Santo, v. 1, n. 23, p. 90-111, 2019.

GOK, M. A. *et al.* Influence of temperature, water activity and pH on growth of somexerophilic fungi. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 1, p. 11-20,2003.

GOMES, I. M. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante *in vitro* de frações hidrofílicas e lipofílicas de óleo de amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vogel)**. 2019. 46 p.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Campus Universitário de Araguaia, Universidade Federal de Mato Grosso, MT, 2019.

GONÇALVES, A. A.; PASSOS, M. G.; BIEDRZYCKI, A. **Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências**. Estudos Tecnológicos, São Leopoldo, v.4, n. 3, p. 271-283, set./dez. 2008. Disponível em: <<http://www.estudostecnologicos.unisinos.br/pdfs/101.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

GONÇALVES, R. J. de A. F. Terra e água do Cerrado para a vida, não para o capital. In. CARNEIRO, V. A.; SANTOS, J. C. V. **O matraquear das águas no cerrado**. Anápolis:SAMA/UEG, 2019. pp 219-239.

GONÇALEZ, E.; Souza, T. N.; Rossi, M. H.; Felicio, J. D.; Corrêa, B. Avaliação da micoflora e ocorrência de micotoxinas em cascas de amendoim em diferentes estágios de maturação da vagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, p.1380-1386, 2008b.

GUANZIROLI, C. E; BUAINAIN, A. M; SABBATO, A. D. Dez Anos de Evolução da Agricultura Familiar no Brasil: (1996 e 2006). **RESR**, Vol. 50, Nº 2, p. 351-370, Piracicaba-SP, Abr/Jun 2012

GUINÉ, R. P. F.; ALMEIDA, C. F. F.; CORREIA, P. M. R. Efeito da embalagem nas propriedades físico-químicas de amêndoas durante o armazenamento. **Jornadas Fruteiras Tradicionais do Algarve**, Loulé, 10 p, 2014.

HEATHCOTE, J. G. **Aflatoxins and related toxins**. In: Betina, V. (Ed) *Micotoxins – Production, isolation, separation and purification*. Amsterdam: Elsevier, 1984.p.89-130.

HESPANOL, R. A. M. **Produção familiar: perspectivas de análise e inserção na Microrregião Geográfica de Presidente Prudente**, SP. 2000. 354 p. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2000.

HIGASHIJIMA, N. S.; LUCCA, A.; REBIZZ, L. R. H.; REBIZZI, L. M. H. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. 1-16,10 dez. 2019.

HORST, M. A.; LAJOLO, F.M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de Nutrientes**. 2. ed. São Paulo: Manole,2007. p. 697-731.

IARC. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 62, **Wood Dust and Formaldehyde**, Lyon, IARCPress, pp. 217–362. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2006.**

Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro\\_2006\\_agricultura\\_familiar.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/50/agro_2006_agricultura_familiar.pdf). Acesso em: 13 abr. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: <[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/pdf/agricultura\\_familiar.pdf](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/pdf/agricultura_familiar.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4<sup>a</sup> ed. (1<sup>a</sup> Edição digital), 2008. 1020 p.

JAIMEZ, J. *et al.* Review: application of the assay of aflatoxins by liquid chromatography with fluorescence detection in food analysis, **J. Chromatogr. A.**, v.882, p. 1-10, 2000.

JAY, J. M. **Microbiologia Moderna de Los Alimentos.** 3. Ed. Zaragoza. Editorial Acribia, 1994. 753 p.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. 194p.

JOHNSON, P.; LINDBLAD, M.; THIM, A. M.; JOHNSON, N.; VARGAS, E. A.; MEDEIROS, N. L.; BRABET, C.; QUARESMA, M. DE A.; OLSEN, M. growth of aflatoxigenic moulds and aflatoxin formation in Brazil nuts. **World Mycotoxin Journal**, v. 1, n. 2, p. 127-137, 2008.

JOSEPH. W. Reardon. PH y los alimentos, Nort Carolina Departament of Agriculture and Consumer Services. Food and Drug Protection Division. 2017. Disponível em: <<http://www.ncagr.gov/fooddrug/espanol/PHylosAlimentos.pdf.pdf>>. Acesso em 15 jan. 2023.

KABAK, D.; DOBSON, A.D.; VAR, I. Strategies to prevent mycotoxin contamination offood and animal feed: a review. **Crit. Rev. In food science and nutrition.** V.46, 596-619, 2006.

KANZAKI, L. I. B. **Desenvolvimento sustentável em áreas de extrativismo da castanha-do-brasil no sul do Amapá (ecologia, socioeconomia, microbiologia e físico-química).** 1 ed. Belém: Banco da Amazônia, p.14-240, 2009.

KLISCH, M.A. environmental and developmental factors influencing aflotoxin production by *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*. **Mycoscience**, 48, p.71-80, 2007.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms, and Escherichia coli as quality and safety indicators In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods.** Washington, DC: American Public Health Association – APHA, 2001. p. 69-82.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S.M.; BINKOSKI, A.E.; HILPERT, K.F.; GRIEL, A.E.; ETHERTON, T.D. Bioactive Compounds in Foods: Their Role in the Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer. **The American Journal of Medicine**, Arizona, v. 113, n. 9(2s), p. 71S-88S, 2002.

KROSS, R. K. **Processamento de amêndoas de castanha de caju: secagem, extração e estabilidade do azeite.** 2008. 99 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

LACEY, J. Water availability and the occurrence of toxigenic fungi and mycotoxins in stored products. In: INTERNATIONAL IUPAC SYMPOSIUM ON MYCOTOXINS AND PHYCOTOXINS. **Anais.** 1988. Tokyo. Tokyo: IUPAC, 1988. V. 6, p. 186-189.

LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da. Variação Geográfica da Agricultura Familiar. In: LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. (Ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: cenário histórico, divisão política, características demográficas, sócias econômicas e ambientais.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 1, cap. 40, p. 95-131.

. **Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006.** Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2021.

LEMOS, M. R. B. *et al.* The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential of baru nuts [Dipteryx alata Vog.]. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p.592-597, 2012.

LEMOS, M. R. B. **Caracterização e estabilidade dos compostos bioativos em amêndoas de baru (Dipteryx alata Vog.), submetidas a processo de torrefação.** 2012. 145 f., il. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

LEMOS, M. R. B. *et al.* The effect of roasting on the phenolic compounds and antioxidant potential Ci. Fl., v. 26, n. 1, jan.-mar., 2016 Avaliação comparativa do estado nutricional de mudas de baru (Dipteryx alata) 121 of baru nuts (Dipteryx alata Vog.). **Food Research International**, Ontario, v. 48, n. 2, p.592 - 597, oct. 2012.

LIMA, J. R.; SOUSA, M. M. M.. **Influência do tipo de óleo utilizado para fritura na estabilidade de amêndoas de castanha de caju.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 19, n. 1, 2001.

LIMA, J. R.; **Vida-de-prateleira de amêndoas de castanhas de caju, em embalagens comerciais.** Embrapa, 1º ed, Fortaleza, dez., 2002.

LIMA, J. R.; BORGES, M. F. Armazenamento de amêndoas de castanha de caju: Influenciada embalagem e da salga. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.104-109, 2004.

LIMA, A. de; SILVA, A. M. D. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoas do pequi(Caryocar brasiliense, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695–698,dez. 2007.

LIMA, J. C. R. *et al.* **Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoas de baru.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 28, n. 2, 2010.

LIMA R.M.T. **Fruto da castanholia (*Terminalia catappa* Linn.): compostos bioativos, atividade antioxidante e aplicação tecnológica.** 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias). Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI. 2012.

LINDSAY, J.A. Factors that Influence the Emergence or Reemergence and Dissemination of Microbial Foodborne Pathogens and Human Disease. **Emerging Infectious Diseases**, v. 3, n.4, p. 443-552 1997.

LOPES, P. R. S.; NETO, J. R.; MALLMANN, C. A.; LAZZARI, R.; PEDRON, F. de A.; VEIVERBERG, C. A. Crescimento e alterações no fígado e na carcaça de alevinos de jundiá alimentados com dietas com aflatoxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40,n.10, out. 2005.

LÓPEZ, C. *et al.* Determination of aflatoxins in nuts, peanuts, almonds and hazelnuts: identification of producing fungi. **Rev. Brás. de Toxicologia**, v. 13, p.51-54. 2000.

LORINI, I. **Armazenagem de Grãos.** 1<sup>a</sup> Ed. Campinas/SP: IBG, 2002. 1000p.

LORINI, I; KRZYZANOWSKI, F. C; FRANÇA-NETO, J. de B; HENNING, A. A; HENNING, F. A. Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas. 1. ed. **Brasília: Embrapa**, 2015. 81 p. v. 1.

LORINI, A.; WOBETO, C.; ROSA, C. C. B.; HATEM, T. A.; BOTELHO, S. C. C. Influence of packaging on the quality of Brazil nuts. **Acta amazonia**, v. 48, n. 4, p. 368-372, 2018.

LORINE, I.; MIKE. L. H. & SCUSSEL, V. M. Armazenagem de Grãos. Armazéns em Unidades Centrais de Armazenamento. **IBG**. Campinas - São Paulo, 2002.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odiosa: Planta rum, 1992. 352 p.

; MACEDO, F. X.; AMORIM, L. de R. **Copabase: Cooperativismo e Agroextrativismo Aliados a Sustentabilidade e Preservação do Bioma Cerrado.**In: II Congresso Internacional de Administração ADM. 2019-Administração 4.0. 2019, Ponta Grossa. Anais. v. 1, Ponta Grossa: UEPG. 2019.

MAGALHÃES, R. M. **Obstáculos à exploração do baru (*Dipteryx alata* Vog.) no Cerrado Goiano: sustentabilidade comprometida.** 241 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2011.

MALHEIROS, G. C. **Estudo s alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenagem de erva-mate tipo chimarrão.** 103f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

MARADINI FILHO, A. M. **Caracterização físico-química, nutricional e fatores antinutricionais de quinoa da variedade brasileira.** 202 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014.

MARIN, A. M. F.; SIQUEIRA, E. M. A.; ARRUDA, S. F. Minerals, phytic acid and tannincontents of 18 fruits from the Brazilian savanna. **International Journal of Food Sciencesand Nutrition**, Abingdon, v. 60, n.7, p. 180-190, 2009.

MARIN, A. M. F. **Potencial antioxidante do baru (*Dipteryx alata vog.*)- um estudo *in vitro* e *in vivo*.** 87 f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Saúde). Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília. 2012.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; PENONI, E. dos S.; DE OLIVEIRA, M. C.; PRATES, F. C.; LIMA, L. C. de O.; CARDOSO, M. das G. Caracterização química e perfil de ácidos graxos em cultivares de noqueira-macadâmia. **Ciência Rural**, v. 42, n. 12, p. 2166–2171, 2012.

MARTINS, B. de A. **Avaliação físico-química de frutos do cerrado in natura e processados para a elaboração de multimisturas.** 85f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade católica de Goiás, Goiânia. 2006.

MARTINS, M. **Métodos naturais de de toxificação de micotoxinas em alimentos Amazônicos: guaraná (*Paullinia cupana Kunth*) e castanha-do-Brasil(*Bertholletia excelsa H.B.K.*).** 159 f. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Programa de Pós – Graduação em Ciência dos Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2014.

MARTINS, B.A.; COBUCCI, R.M.A.; ROCHA, C.; SCHMIDT, F.L. **Avaliação sensorial de amêndoas de baru (*Dipteryx alata Vog.*) processadas no interior do fruto.** In: ENEDS - Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social, 6, 2009, Universidade Estadual de Campinas. **Anais.** Campinas: ITCP, 2009.

MELHEM, T.S. Morfologia e anatomia da unidade de dispersão de *Dipteryx alata Vog.* (Leguminosae-Lotoideae). **Hoehnea**, São Paulo, v.4, p.13-33, 1974.

MELO, M. L. P.; MAIA, G. A.; SILVA, A. P. V.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W. Caracterização físico-química da amêndoia da castanha de caju (*Anacardium occidentale L.*)crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**,v.18,n.2,p.184–187,maio 1998.

MENDES, N. da S. R.; GOMES-RUFFI, C. R.; LAGE, M. E.; BECKER, F. S.; MELO, A. A. M. D.; SILVA, F. A. D.; DAMIANI, C. Oxidative stability of cereal bars made with fruitpeels and baru nuts packaged in different types of packaging. **Food Science and Technology**,Campinas, v. 33, n. 4, p. 730-736, 2013.

MENEZES, F. C. Conjuntura do Mercado. **Boletim da Sociobiodiversidade.** Brasília, v. 6, n. 2, p. 1-60, junho de 2022.

MISSIO, F. **Uso do crédito agrícola do PRONAF como forma de fomento das atividades produtivas na agricultura familiar no município de Campos Borges/RS.** 44 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

MISSIO, E. L. **Tratamento de sementes no armazenamento e promoção de crescimento de mudas de Parapiptadenia rígida (Benth.) Brenan.** 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

MORAES, M. Â. B. O Baru e os Camponeses: Uma frutífera do Cerrado e a agricultura familiar sob o jugo do capital 1. **Revista Faculdade Montes Belos**, São Luiz de Montes Belos, v. 4, n. 101, p. 1-17, set. 2011.

MORAIS, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAÚJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; DESSIMONIPINTO, N. A. V. Determinação do potencial antioxidante *in vitro* de frutos do

Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.355-360.2013.

MOREIRA, A. V. B. & MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 4, p.411-424. 2004.

MOTA, D. M. *et al.* A mangabeira as catadoras o extrativismo. **EMBRAPA - Amazônia Oriental**, Belém/PA, 2011.

MOURÃO, N. M. **Sustentabilidade na produção artesanal com resíduos vegetais: uma aplicação prática de design sistêmico no Cerrado Mineiro**. 219 f. Dissertação (Mestrado em Design). Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2011.

MUELLER, K.; SCHOENWEITZ, C. & LANGOWSKI, H. Thin laminate films for barrier packaging application – Influence of down gauging and substrate surface properties on the permeation properties. **Packaging Technology and Science**, vol. 25, n. 3, 2012, pp. 137-148.

NEPOMUCENO, D.L.M.G. **O extrativismo de baru (*Dipteryx alata vog*) em Pirenópolis (go) e sua sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável). Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, 2006.

NAVARRO, Z. A agricultura familiar no Brasil: entre a política e as transformações da vida econômica. In: GASQUES, J. G. *et al.* **A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, DF: IPEA, 2010. p. 185-209.

NEERGAARD, P. **Seed pathology**. 2. ed. London: Macmillan, 1979.

NEVES, L. C., Frutos- O remédio do futuro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n.4, p.957-1306. 2012.

OLIVEIRA,L.M.**Avaliação da qualidade de sementes de *Tabebuia serratifolia* Vahl Nich.E *T. impetiginosa* (Martius Ex A.p.de Candolle Standley) envelhecidas natural e artificialmente**. 160 F. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2004.

OLIVEIRA, L. C.; COSTA, E.; CARDOSO, E. D.; BINOTTI, F. F. da S.; JORGE, M. H. A. Propriedades físicas de sementes de baru em função da secagem. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v. 01, n. 01, p. 92–96, 2014.

OLIVEIRA, F. R. de. **Higroscopidade do epicarpo, mesocarpo e farinha da amêndoia de baru (*Dipteryx alata* Vogel)**. 57 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação,Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2018.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. in **Embalagens Plásticas Rígidas: principais polímeros e avaliação da qualidade**, CETEA/ITAL: Campinas, 2008. 372p.

OLSEN, M.; JOHNSON, P.; MOLLER, T.; PAÇADINO, R.; LINDBLAD, M. *Aspergillus nomius*, na importante aflatoxin producer in Brazil nut? **World Micotoxin Journal**, v. 1, n. 2,p. 123-126, 2008.

PACHECO, A.; SCUSSEL, V. M. **Castanha-do-Brasil: da floresta tropical ao consumidor**. Florianópolis: Edito Graf, 171 p. 2006.

PARISI, J. J. D. **Associação entre fungos e a viabilidade de embriões de *Inga vera subsp. affinis* (DC.) T.D. Penn. durante o armazenamento.** 98 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2012.

PAS. Programa de alimentos seguros. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-Brasil**. Brasília: Embrapa, 2004.

PEREDA, J. A. O; RODRÍGUEZ, M. I. C; ÁLVAREZ, L. F; SANZ, M. L. G;MINGUILLÓN,G.D.G.de.F;PERALES,L.de.la.H;CORTECERO,M.D.S. **Tecnologia de Alimentos: Componentes dos alimentos e Processos**. São Paulo: Artmed, 2005. 294 p.

PEREIRA, M.M.G.; CARVALHO, E.P.; PRADO, G. Crescimento e Produção de aflatoxinas por *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.20, n.1, 2002.

PINHEIRO, M. **Estudo de variabilidade genética de *Aspergillus flavus* como base para o desenvolvimento de PCR multiplex para a detecção de fungos produtores de aflatoxinas em castanha-do-brasil e castanha-de-caju**. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Genômicas, Genética Molecular e de Populações, Biotecnologia Molecular). Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2004.

PINHO, L. de P.; MESQUITA, D. S. R.; SARMENTO, A. F.; FLÁVIO, E. F. Enriquecimento de sorvete com amêndoas de baru (*dipteryx alata vogel*) e aceitabilidade por consumidores. **Unimontes Científica**, v. 17, n. 1, p. 39–49, 22 set. 2015.

PITT, J. I. **Fungal ecology and the occurrence of mycotoxins**. In: NJAPAU, H.; TRUJILLO, S. (Eds.). Mycotoxins and Phycotoxins: Advances in Determination, Toxicology and Exposure Management. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2006. p. 33– 41.

PITT, J. I.; HOCKING, A. D. **Fungi and food spoilage**. New York: Springer, 519 p., 2009.

POUNIS, G.; COSTANZO, S.; GIUSEPPE, R.; LUCIA, F.; SANTIMONE, I.;SCIARRETTA, A.; BARISCIANO, P.; PERSICHILLO, M.; CURTIS, A.; ZITO, F.;CASTELNUOVO,A.F.;SIERI,S.;BENEDETTA,D.M;GAETANO,G.;IACOVIELLO, L. Consumption of healthy foods at different content of antioxidant vitamins and phyto chemicals and metabolic risk factors for cardiovascular disease in men and women of the Moli-sani study. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, 2012.

PRETTI, T. **Tecnologia para produção de extrato aquoso de amendoim e elaboração de produto fermentado**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos). Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2010.

RABÉLO, A. M. da S.; TORRES, M. C. L.; GERALDINE, R. M.; SILVEIRA, M. F. A. Extração, secagem e torrefação da amêndoas do pequi (*Caryocar brasiliense Camb.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas v. 28, n. 4, p. 868-871, 2008.

RECHOTNEK , F. **Estudo visando a obtenção de sensores baseados em filme poliméricos ultrafinos para detecção de toxinas em castanha-do-Brasil.** 97 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química). Curso de Licenciatura em Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campos Mourão, PR, 2017.

REIS, L. L. T. **Efeito da farinha da amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) na alteração do perfil lipídico e do estresse oxidativo induzido por dieta hipercolesterolêmica em ratas.** 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2015.

REIS, V. B. da S. **Qualidades das amêndoas de baru em função de embalagens e temperaturas de torrefação.** 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 2016.

REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 22, 2019.

REIS, V. B. S. X.; CAMPOS, A. J.; ARAUJO, K. K. S.; MELO, P. C.; REIS, J. L. Avaliação de amêndoas de baru in natura armazenadas em diferentes embalagens. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 539-546, 2019.

RESENDE, M. de L. F.; GUIMARÃES, L. de L. **Inventários da biodiversidade do bioma Cerrado: biogeografia de plantas.** Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

ROCHA, F. **Caracterização química, física e termofísica da amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.).** 40 f. Monografia (Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR, 2016.

RODRIGUES, E. T. **Frutos do Cerrado. A influência dos frutos do Cerrado na diversificação da Gastronomia.** 92 f. Monografia (Especialização em Gastronomia e Segurança Alimentar). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004.

SAMSON, R. A.; JOS HOUWINKEN, A. M. P.; KUIJIPERS, A. F. A.; FRANK, J. M.; FRISVAD, J. C. (2004), New ochratoxin A or sclerotium producing species in *Aspergillus* section *Nigri*. **Stud Mycol**, 45-61.

SANDBERG, A.S. Bioavailability of minerals in legumes. **Br J Nutr.** 2002, 88, S281–S285.

SANI, A. M. et al. "Reduction of aflatoxin in rice by different cooking methods. **Toxicology and Industrial Health**, p. 1-5, 2012

SÁNCHEZ, B. A. O. **Ozônio como agente fungicida e efeito na qualidade de amendoim.** 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Departamento de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2015.

SANO, S.; RIBEIRO, J.; BRITO, M. A. de. **Baru: biologia e uso.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 52p. (Embrapa Cerrados. Documentos 116).

SANO, S.; BRITO, M. A.; RIBEIRO, J. F. Baru. In: VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. da S.; SILVA, D. B. da; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. (Ed.). **Frutas nativas da região**

**centro-oeste do Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.cap. 5, p. 76-99.

SANO, S. M.; BRITO, M. A.; RIBEIRO, J. F. *Dipteryx alata* (Baru). In: VIEIRA, R. F.; CAMILLO, J.; CORADIN, L. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste.** Brasília, DF: MMA,2016. (Série Biodiversidade; 44).

SANTOS, R. M. *et al.* Riqueza e similaridade florística de oito fragmentos florestais no norte de Minas Gerais. **Revista Árvore.** No prelo. 2007.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; MARTINS, D. M. de O.; ALMEIDA, R. DE A. Aceitabilidade e qualidade físico-química de paçocas elaboradas com amêndoas de baru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 159-165, 2012.

SANTOS, F. R. S. **Diversidade genética entre matrizes de baruzeiro (*Dipteryx alata vog.*) amostradas no estado de Goiás.** 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, GO, 2019.

SARANTOPOULOS, F. G. T.; CLAIRE, I. G. L. **Embalagens plásticas flexíveis: principais polímeros e avaliação de propriedades.** – 2. ed. – Campinas: ITAL/CETEA, 2017. 432 p.:ISBN 978-85-7029-140.

SATTAR, A.; JAN, M.; AHMAD, A.; HUSSAIN, A.; KHAN, I. 1989 Light induced oxidation of nut oils (Short communication). **Food Nahrung** v. 33:2, p. 213-215, 1989.

SCUSSEL,V.M. **Micotoxinas em Alimentos.** Florianópolis: Insular,1998 144p.

SCUSSEL, V. M; BEBER, M.; SOUZA, K. K. Problemas de micotoxinas nos grãos e os novos limites toleráveis na cadeia alimentar. In: **Anais da 5 Conferência Brasileira de Pós-Colheita.** Londrina: ABRAPOS, 2010. p. 84-93.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. **Perfil da Agricultura Familiar de Minas Gerais.** Disponível em:<http://www.agricultura.mg.gov.br/images/files/Perfil%20da%20Agricultura%20Familiar%20v2.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF.** Brasília, 2019. Disponível em: <<https://snif.florestal.gov.br/pt-br/>>. Acesso em: 19 out. 2022.

SILVA, A.G.M.; FERNANDES, K.F. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chicha (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). **Revista de Nutrição**, v. 24, n.2, p.305-314, 2011.

SILVA, A. E. S. **Identificação e quantificação via técnicas cromatográficas de ácidos graxos com potencial farmacológico em frutos amazônicos.** 78 f. Dissertação (Mestrado) – Ciências na área de Tecnologia Nuclear - materiais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA JUNIOR, E. C.; WADT, L. H. O.; SILVA, K. E.; LIMA, R. M. B.; BATISTA, K. D.; GUEDES, M. C.; GUILHERME, L. R. G. Natural variation of selenium in Brazil nuts and soils from the Amazon region. ***Chemosphere***, v. 188, p. 650–658, 2017.

SILVA, H. M; SILVA, D. S.; ANDRADE, D. S.; ABREU, V. K. G.; LEMOS, T. O.; PEREIRA, A. L. F. Doce Em Massa De Cupuaçu: Composição Química, Tabela Nutricional E Aplicação Do Semáforo Nutricional. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. 2, p. 124-136, 3 jul. 2020.

SILVA,S. D. R.; OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O. **Caracterização química e perfil de ácidos graxos da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.) durante o armazenamento em diferentes embalagens.**2021. 106 p.Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Goiás, 2021.

SILVEIRA, D. S. da. **Manejo sustentável de frutos do cerrado na região Noroeste de Minas Gerais como alternativa para a preservação do bioma.**2020.88p.Dissertação (Mestrado em Sistemas Ambientais Sustentáveis). Programa de Pós-Graduação em Sistemas Ambientais Sustentáveis. Universidade do Vale do Taquari – Univates, Lajeado, 2020.

SIMIONATO, E. M. R. S.; ASTRAY, R. M.; SYLOS, C. M. Ocorrência de ocratoxina A e aflatoxinas em arroz. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 123-130, 2003.

SIQUEIRA, A. C. M. D.; NOGUEIRA, J. C. B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. In: **ANAIS DO CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIA NATIVA**. Revista do Instituto Florestal, v.4, n.4, 1992.

SOARES, L.M.V; FURLANI, R.P.Z. Survey of mycotoxins in wheat and wheat products sold in health food store of the city of Campinas, state of São Paulo. **Rev. Microbiol.**, v.27, n.1,p.41-44, 1996.

SOAVE, J.; WETZEL, M.V.S. (Eds.) **Patologia de sementes**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 480p.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 35, 554-559. 2011.

SOUSA, L. C. F. S.; SOUSA, J. da S.; BORGES, M. da G. B.; MACHADO, A. V.; SILVA, M. J. S. da; FERREIRA, R. T. F. V.; SALGADO, A. B. Tecnologia de embalagens e conservação de alimentos quanto aos aspectos físico, químico e microbiológico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 19–28, 3 jan. 2013.

SOUSA, T. M. de A. **Incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* em diferentes genótipos de castanha do Brasil e avaliação dos óleos fixos no controle de *Aspergillus flavus* produtor de aflatoxinas.** 2018. 89 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

SOUZA, J. M. L.; CARTAXO, C. B. da C.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S. Avaliação microbiológica de amêndoas de castanha-do-brasil em usinas de beneficiamento no Acre. Rio Branco – AC: Embrapa Acre, 2004. 24 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).

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

SOUZA, A. L. S.; MIRANDA, J. S.; SOUSA, R. C. S de. Caracterização físico-química da amêndoa e do óleo de baru submetido à extração sólido- líquido com solventes alternativos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 05, n. 11, p. 26548 - 26556, 2019.

SOUZA, M. N. A. **Ozonização de castanhas de caju e do Brasil para o controle de fungos filamentosos**. 2020. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Campus de Fernandópolis, Universidade Brasil,Fernandópolis, 2020.

SCUSSEL, V. M. **Fungos e micotoxinas associados a grãos armazenados**. In: Lorini,I. Armazenagem de grãos, Campinas, IBG. Seção 9, 2002.

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

TAKEUCHI, K.; TANAKA, A.; KATO, S.; AMAGASE, K.; SATOH, H. Roles of COX inhibition in pathogenesis of NSAID-induced small intestinal damage. **Clinica Chimica Acta**, 411(7–8), 459–466. 2010.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V.C. **Composição e caracterização química e nutricional do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog.)**. 1993. 198f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas,Campinas, 1993.

VALADÃO, M. G. **Aspectos Econômicos do Extrativismo do Baru no Vale do Urucuia, Minas Gerais**. 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

VALLILO, M. 1.; TAVARES, M. & AUED, S. 1990. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx a/ata* Vog.) - caracterização do óleo da semente. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, 2(2):115-125.

VARGA, J. *et al.* Ochratoxin production by *Aspergillus* species. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, n. 12, p. 4461-4464, 1996.

VARGA, J.; RIGÓ, K.; TÉREN, J. Degradation of ochratoxin A by *Aspergillus* species. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 59, p. 1-7, 2000.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Val bean (*Lablab purpureus* L.) proteins:composition and biochemical properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**,v. 87, p. 1539–1549, 2007.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos de barueiros (*Dipteryx alata* VOG.) de ocorrência natural no cerrado do Estado de Goiás, Brasil.** 2007. 106 p.  
Tese(Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO, 2007.

VERA, R.; JUNIOR, M. S. S.; NAVES, R. V.; DE SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. Chemical characteristics of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) from the Savannah of Goiás, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p.112–118, 2009.

VIEIRA, C. F. D. S.; ZUÑIGA, A. D. G.; OGAWA, T. A. B. Obtenção e caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel de amêndoas de baru. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 1, p. 3104–3121, 2 mar. 2020.

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