

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

Avaliação do consumo regular de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* vog.) nos marcadores bioquímicos, nutricionais e na composição da microbiota intestinal humana de indivíduos com obesidade

Discente: Stéphani Borges Campos
Orientador: Profa. Dra. Mariana Buranelo Egea

**RIO VERDE - GO
2023**

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

Avaliação do consumo regular de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* vog.) nos marcadores bioquímicos, nutricionais e na composição da microbiota intestinal humana de indivíduos com obesidade

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre, do Programa de Pós-Graduação – *Stricto sensu* em Tecnologia de Alimentos.

Discente: Stéphani Borges Campos

Orientador: Profa. Dra. Mariana Buranelo Egea

RIO VERDE - GO
2023

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

C198a Campos, Stephani Borges
Avaliação do consumo regular de amêndoa de baru
(Dipteryx alata Vog.) nos marcadores bioquímicos,
nutricionais e na composição da microbiota intestinal
humana de indivíduos com obesidade / Stephani Borges
Campos; orientadora Mariana Buranelo Egea; co-
orientador Leandro Pereira Cappato. -- Rio Verde,
2023.
119 p.

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

1. Baru. 2. Dipteryx alata Vog.. 3. Microbioma.
4. Obesidade. 5. Cerrado. I. Egea, Mariana Buranelo,
orient. II. Cappato, Leandro Pereira, co-orient.
III. Título.

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

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

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

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

Produto técnico e educacional - Tipo: _____

Nome completo do autor:

Stéphani Borges Campos

Matrícula:

2020202330740095

Título do trabalho:

Avaliação do consumo regular de amêndoas de baru (*Dipteryx alata vog.*) nos marcadores bioquímicos, nutricionais e na composição da microbiota intestinal humana de indivíduos com obesidade

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 15 / 04 / 2023

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Quirinópolis

Local

19 / 03 / 2023

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



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

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

**Avaliação do consumo regular de amêndoa de baru
(*Dipteryx alata* vog.) nos marcadores bioquímicos,
nutricionais e na composição da microbiota intestinal
humana de indivíduos com obesidade**

Autora: Stéphaní Borges Campos
Orientadora: Mariana Buranelo Egea

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

APROVADA em 30 de janeiro de 2023.

Dra. Luciana Arantes Dantas
Avaliadora Externo
IF Goiano

Dr. Josemar Gonçalves de Oliveira
Filho
Avaliador externo
Embrapa Instrumentação

Dra. Mariana Buranelo Egea
Presidente da Banca
IF Goiano/RV

Documento assinado eletronicamente por:

- **Josemar Gonçalves de Oliveira Filho, Josemar Gonçalves de Oliveira Filho - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde (10651417000500)**, em 31/01/2023 11:01:18.
- **Luciana Arantes Dantas, 2022102343460002 - Discente**, em 31/01/2023 09:52:28.
- **Mariana Buranelo Egea, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 31/01/2023 09:49:21.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 461263
Código de Autenticação: 2ed0ac23cd



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

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2.OBJETIVOS	18
2.1.Objetivo Geral	18
2.2.Objetivos Específicos	18
3. CAPÍTULO I – Revisão de literatura	22
3.1.Cerrado do Brasil.....	22
3.2. Baru	24
3.2.1.Aspectos botânicos e morfológicos do <i>Dipteryx alata</i>	24
3.2.2.Propriedades nutricionais da amêndoa do baru.....	27
3.2.3.Capacidade antioxidante do baru	28
3.2.4.Baru e seus efeitos fitoterápicos	29
4.Microbiota intestinal.....	33
5.Obesidade	39
6. CAPÍTULO II - A ingestão de uma porção de baru diariamente promove modificações na microbiota intestinal de indivíduos obesos: um estudo piloto	58
Stephani Borges Campos ¹ , Daiane Costa dos Santos ² , Josemar Gonçalves de Oliveira Filho ³ , Mariana Buranelo Egea ¹	58
6.1. Introdução.....	60
6.2. METODOLOGIA.....	63
6.2.1 Material vegetal	63
6.2.2.Caracterização da matéria-prima	63
6.2.2.1. Características químicas das amêndoas de baru.....	63
6.2.2.2. Características microbiológicas das amêndoas de baru	65
6.2.3 Protocolo da pesquisa	65
6.2.3.1 Sujeitos participantes da pesquisa.....	65
6.2.3.2 Avaliação antropométrica e dietética.....	68
6.2.3.3. Avaliação bioquímica dos participantes.....	72
6.2.4.Análises de dados coletados.....	74
7.RESULTADOS	74
7.1.Avaliação da amêndoa de baru	74
7.1.2.Avaliações químicas da amêndoa de baru	74
7.2.Avaliação da ingestão de amêndoa de baru em indivíduos com obesidade	79
7.2.1. Avaliação dos parâmetros antropométricos e dietéticos dos participante	79
8.CONCLUSÃO.....	102

AGRADECIMENTOS

Um trabalho de mestrado é um longo caminho, que inclui percurso permeado por inúmeros desafios, tristezas, incertezas, cansaço, alegrias, conquistas e muitos contratempos pelo trajeto. Porém, apesar do processo solitário que qualquer pesquisador está destinado, reúne contribuição de várias pessoas indispensáveis para encontrar o melhor rumo em cada momento da caminhada.

Trilhar esta trajetória só foi possível com o apoio, energia e força de pessoas, a quem dedico especialmente este projeto de vida.

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me concedido muita sabedoria e força nos momentos de dificuldades e pela minha saúde física e mental.

A minha família. Ao meu pai Aroldo Mendes Campos, minha mãe Cristiane Borges Campos e a minha irmã Katharine Campos Dias, pelas palavras de amor e incentivo encorajando nos momentos de dificuldade que achava não ser capaz.

Ao meu marido Hugo Jammal Espíndola Gontijo e Silva, pelo incentivo, partilha, companheirismo, compreensão, generosidade e paciência, contribuindo para chegar ao fim deste percurso.

A Professora Doutora Mariana Buranelo Egea, por ter aceitado a orientação, pelo conhecimento compartilhado, pelo incentivo e apoio, pela parceria desenvolvida, pela amizade iniciada sou extremamente grata pela contribuição deste trabalho.

A todos as colegas que me apoiaram e de alguma maneira contribuíram para o trabalho, obrigada pela paciência, pelos ensinamentos, pela dedicação de todos vocês.

Meus sinceros agradecimentos a todos que de alguma forma contribuíram na minha formação. Muito obrigada!

BIOGRAFIA DA AUTORA

Stéphani Borges Campos, Brasileira, nasceu em Uberlândia-MG em 19/02/1989, filha de Aroldo Mendes Campos e Cristiane Borges Campos. Coursou o ensino fundamental em escola pública, após o ensino médio ingressou na Fundação Presidente Antônio Carlos para graduar em Biomedicina. Para aprimoramento profissional, cursou Pós-graduação em Hematologia Clínica, Laboratorial e Banco de Sangue, e posteriormente iniciou mestrado em Tecnologia de Alimentos com conclusão em novembro de 2022.

Lista de Figura

Figura 1:	a) Barueiro b) Fruto do baru	23
Figura 2:	Fruto do baru.....	25
Figura 3:	a) Fruto do baru com semente. b) Semente (amêndoa).....	25
Figura 4:	a) Porção de 20 g de amêndoa de baru. b) Embalagem laminada a vácuo.....	62
Figura 5:	Amostras com maior abundância microbiológica analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	92
Figura 6:	Diversidade de bactérias analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	93
Figura 7:	Microrganismos mais frequentes nas amostras analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.)...	94
Figura 8:	Microrganismos mais abundantes nas amostras analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	94
Figura 9:	<i>Faecalibacterium prausnitzzi</i> analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	98
Figura 10:	<i>Roseburia hominis</i> analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.).....	98
Figura 11:	<i>Prevotella</i> analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.)	99

Lista de Quadros

Quadro 1:	Questionário de avaliação antropométrica.....	68
Quadro 2:	Recordatório de 24 horas que será realizado com os indivíduos da pesquisa.....	69
Quadro 3:	Registro alimentar.....	70

Lista de tabelas

Tabela 1:	Número de espécies vegetais e espécies endêmicas por Bioma.....	21
Tabela 2:	Composição nutricional da amêndoa do baru (<i>Dipteryx alata</i> Vogel).....	26
Tabela 3:	Classificação da obesidade pela OMS para adultos maiores de 18 anos.....	38
Tabela 4:	Alimentos ricos em ácidos graxos mono e poli-insaturados que foram solicitados e retirados da dieta por 7 dias antes da intervenção.....	66
Tabela 5:	Composição química da amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog).....	74
Tabela 6:	Características antropométricas de participantes com obesidade antes (0 dias) e após (60 dias) da ingestão de 20 gramas de amêndoa de baru (n = 14, média ± SEM).....	80
Tabela 7:	Consumo energético alimentar de macro e micronutrientes encontrados na dieta de participantes com obesidade antes e após 60 dias de ingestão de 20 g de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.)	81
Tabela 8:	Perfil dos participantes antes (T0) e após 60 dias (T60) do consumo regular de 20 g de amêndoa de baru	86
Tabela 9:	Valores de referência para o perfil lipídico (mg/dL) em indivíduos > 20 anos “em jejum”	88
Tabela 10:	Índice da série vermelha e leucocitária dos indivíduos antes e após 60 dias da ingestão de amêndoa de baru	90
Tabela 11:	Filos e gêneros da microbiota intestinal de indivíduos obesos antes (T0) e após (T60) da ingestão de 20 g de amêndoa de baru (<i>Dipteryx alata</i> Vog.)	96

RESUMO

CAMPOS, S. B. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, novembro de 2022. **Avaliação do consumo regular de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos marcadores bioquímicos, nutricionais e na composição da microbiota intestinal de indivíduos com obesidade.** Orientador (a): Mariana Buranelo Egea, Coorientador (a): Leandro Pereira Cappato.

O Cerrado possui rica variedade de espécies vegetais, enfatizando as classes de frutos, com características sensoriais próprias e com alta qualidade nutricional. O baru, *Dipteryx alata* Vog., é o fruto proveniente do barueiro, composto por polpa, mesocarpo e uma única semente, a amêndoa de baru. A amêndoa de baru é rica em lipídios e proteínas, além de ácidos graxos, carboidratos, fibras e minerais como cálcio, ferro e zinco. O consumo da amêndoa de baru é associado ao melhor controle do peso, redução dos níveis séricos de glicose, VLDL, LDL, CT e TG, além de regular dos níveis de HDL. Esses efeitos parecem surgir de redução nos mediadores de doenças crônicas, como dano oxidativo, inflamação, adiposidade visceral e hiperglicemia. Os mecanismos pelos quais o consumo de amêndoas de baru confere esses benefícios não são totalmente compreendidos. É possível que esses efeitos sejam, em parte, aos efeitos fisiológicos diretos dos nutrientes e compostos bioativos da amêndoa de baru. No entanto, os efeitos mediados pelo microbioma intestinal também podem estar envolvidos. O consumo de oleaginosas altera a composição da microbiota intestinal e promove biossíntese bacteriana de compostos bioativos benéficos em adultos saudáveis. O objetivo do presente trabalho foi avaliar após 60 dias do consumo de 20 g/dia de amêndoa de baru por indivíduos com obesidade, os parâmetros antropométricos, nutricionais, bioquímicos e da microbiota intestinal. A ingestão de 20 g/dia de amêndoa de baru por 60 dias resultou em diminuição nos níveis de colesterol total (- 17,6 g/dL), e da fração LDL (- 33,3 g/dL), aumento da concentração dos níveis de HDL (+ 17,0 g/dL) e alteração na composição da microbiota intestinal, aumentando a diversidade de bactérias e o número de *Bacteroidetes* (+ 0,96) e diminuindo a porcentagem de *Firmicutes* (- 0,49), alterando positivamente a relação *Firmicutes/Bacteroidetes* em comparação com os dados antes do consumo regular da amêndoa de baru.

Palavras-chave: Baru, *Dipteryx alata* Vog., Microbioma, Obesidade, Cerrado, Carotenoides.

ABSTRACT

CAMPOS, S. B. Goiano Federal Institute - Rio Verde Campus - GO, November 2022. Evaluation of regular consumption of baru almond (*Dipteryx alata* Vog.) in biochemical and nutritional markers and in the intestinal microbiota composition of obese individuals. Advisor: Mariana Buranelo Egea, Co-advisor: Leandro Pereira Cappato.

The Cerrado has a rich variety of plant species, emphasizing fruit classes, with their own sensory characteristics and high nutritional quality. The baru, *Dipteryx alata* Vog., is the fruit from the baru tree, composed of pulp, mesocarp and a single seed, the baru almond. The baru almond is rich in lipids and proteins, as well as fatty acids, carbohydrates, fiber and minerals such as calcium, iron and zinc. Baru almonds consumption has been associated with better weight control, reduced serum levels of glucose, VLDL, LDL, TC and TG, in addition to regulating HDL levels. These effects appear to arise from a reduction in chronic disease mediators such as oxidative damage, inflammation, visceral adiposity, and hyperglycemia. The mechanisms in which baru almond consumption confers these benefits are not fully understood. It is possible that these effects are due, in part, to the direct physiological effects of nutrients and bioactive compounds in baru almond. However, gut microbiome-mediated effects may also be involved. The oilseeds consumption alters the intestinal microbiota composition and promotes bacterial biosynthesis of beneficial bioactive compounds in healthy adults. The objective of the present study was to evaluate, after 60 days of consumption of 20 g/day of baru almond by obese individuals, the anthropometric, nutritional, biochemical and intestinal microbiota parameters. The intake of 20 g/day of baru almond for 60 days resulted in a decrease in total cholesterol levels (- 17,6 g/dL) and LDL fraction (- 33,3 g/dL), increased HDL concentrations levels (+ 17,0 g/dL) and alteration in the intestinal microbiota composition, increasing the diversity of bacteria and the number of *Bacteroidetes* (+ 0,96) and decreasing the percentage of *Firmicutes* (- 0,49), positively changing the *Firmicutes/Bacteroidetes* ratio compared to the data before the regular baru almond consumption.

Key words: Baru, *Dipteryx alata* Vog., Microbiome, Obesity, Cerrado, Carotenoids.

1.INTRODUÇÃO GERAL

Doenças crônicas não transmissíveis, como dislipidemia, obesidade, diabetes mellitus e neurodegenerativas, estão associadas ao estresse oxidativo. O estresse oxidativo é um fenômeno biológico causado por desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a capacidade do sistema biológico de desintoxicar os compostos. Esse processo leva à oxidação das biomoléculas e a consequente perda de suas funções biológicas, e predispõe as células à degeneração, senescência e apoptose (CAMPIDELLI *et al.*, 2022).

A obesidade tornou-se um problema global de saúde e socioeconômico (NCDRF, 2017). Globalmente, estima-se que 13% dos adultos tenham obesidade (WHO, 2021). Uma dieta de baixa qualidade caracterizada por alimentos ricos em calorias e pobres em nutrientes é fator de risco bem conhecido para ganho de gordura corporal e desenvolvimento da obesidade (HRUBY, HU, 2015).

Embora vários agentes farmacológicos e suplementos tenham sido desenvolvidos, as modificações na dieta continuam sendo a principal abordagem para o controle de peso e redução do risco de anormalidades metabólicas nessa população (ESLAMI *et al.*, 2022). A evidência atual recomenda que a mudança para dietas de baixa densidade energética com alta densidade de nutrientes é uma das abordagens dietéticas mais viáveis no controle da obesidade (SMETHER, ROLLS, 2018). Isso, geralmente pode ser alcançado adotando uma dieta altamente carregada com alimentos vegetais de baixa energia e ricos em nutrientes, incluindo grãos integrais, frutas, vegetais sem amido e leguminosas, bem como algumas fontes de origem animal, como proteínas magras e produtos lácteos com baixo teor de gordura (ROLLS, 2017).

As amêndoas são geralmente reconhecidas por seu valor nutricional, que apresentam grande potencial de promoção da saúde pelos ácidos graxos essenciais, além de altos teores de antioxidantes, vitaminas, aminoácidos e minerais (LIMA *et al.* 2021). As amêndoas e nozes são alimentos de alta energia, no entanto, a inclusão de nozes na dieta não está associada ao ganho de peso corporal (MOZAFFARIAN *et al.*, 2011; FLORES-MATEO *et al.*, 2013; JACKSON, HU, 2014). O acúmulo de evidências de estudos observacionais mostrou que a ingestão de amêndoas está inversamente associada ao risco de obesidade e síndrome metabólica (JACELDO-SIEGL *et al.*, 2014; HOSSEINPOUR *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2018; HASSANNEJAD

et al., 2019).

O baru (*Dipteryx alata* Vog.) é uma espécie nativa do cerrado brasileiro e produz uma semente comestível, a amêndoa de baru, que é interessante por sua composição nutricional. A amêndoa de baru contém de 23% a 30% de proteína, 40% de gordura, 12% de carboidratos, 12,5% de fibras dietéticas além de altos níveis de cálcio, ferro e zinco (FREITAS, NAVES, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010).

Com base na composição nutricional da amêndoa de baru e nos resultados de estudos experimentais anteriores, as amêndoas de baru são sugeridas como benéficas para reduzir o estresse oxidativo, consequentemente auxiliando na melhora da obesidade, dislipidemia, diabetes mellitus e doenças neurodegenerativas (SOUSA *et al.*, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2012; BENTO *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2018).

O microbioma intestinal foi identificado como um dos principais fatores ambientais que contribuem para a obesidade, alterando o metabolismo do hospedeiro e a homeostase energética. É relatado que a obesidade e os sintomas metabólicos muitas vezes coocorrem com a disbiose da microbiota intestinal (ROY *et al.*, 2022). Mecanismos importantes que o microbioma intestinal contribui para a obesidade afetando a absorção de calorias e o metabolismo de carboidratos na dieta, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, aumentando os níveis de ácido acético no sangue e induzindo a resistência à insulina (KOMAROFF, 2017). Vários fatores podem influenciar a microbiota intestinal, entre os quais a dieta é um componente fundamental. A modulação da microbiota intestinal induzida pela dieta e os metabólitos resultantes podem influenciar a progressão da obesidade (LANIGAN, 2018). Existem muitas evidências sobre o papel independente da ingestão alimentar, microbiota intestinal, metabólitos em relação à obesidade, no entanto, a interação entre ingestão alimentar, microbiota intestinal e metabólitos intestinais, bem como metabólitos circulantes, é pouco conhecida.

Tem sido sugerido que a microbiota intestinal, e particularmente as alterações na sua composição e biodiversidade, podem desempenhar papel relevante no desenvolvimento de doenças metabólicas (SHEN, GASKINS, MCLNTOSH, 2014). A maioria dos estudos em humanos indicam que o aumento na proporção *Firmicutes/Bacteroidetes* está relacionado ao estado inflamatório de baixo grau aumentando a capacidade mais elevada de coletar energia dos alimentos. Além disso, esses estudos estão de acordo com o conceito que a diversidade microbiana diminuída está associada a maior resistência à insulina, inflamação e adiposidade (LEY *et al.*,

2005; CORNEJO-PAREJA *et al.*, 2018).

2.OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito do consumo regular de amêndoa de baru, os marcadores bioquímicos, antropométricos e nutricionais de indivíduos com obesidade durante 60 dias.

2.2.Objetivos Específicos

- Avaliar os aspectos microbiológicos da amêndoa de baru anteriormente ao protocolo do estudo;
- Caracterizar os aspectos químicos da amêndoa de baru;
- Selecionar participantes baseado em questionário, quanto as suas características de saúde e disponibilidade para participar do estudo;
- Treinar indivíduos pré-selecionados quanto ao seu conhecimento, quanto a porções alimentares, peso e volumes de diferentes alimentos e medidas caseiras através de material áudio visual;
- Avaliar o consumo de amêndoa de baru em um grupo de indivíduos com obesidade;
- Avaliar a intervenção dietética com amêndoa de baru quanto aos parâmetros nutricionais, bioquímicos e da composição da microbiota intestinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTO, A. P.; COMINETTI, C.; SIMÕES FILHO, A.; NAVES, M. M. **Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study** *Nutr Metab Cradiovasc Dis*, 24 (2014), pp. 1330-1336.

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUZA, E. C.; BOAS, E. V. B. V.; BERTOLUCCI, S. K. V.; AAZZA, S.; OLIVEIRA, R. R.; CHALFUN-JUNIOR, A.; REIS, G. L.; SEIXAS, J. N.; NELSON, D. L.; PEREIRA, L. J. **Baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) and baru almond paste promote metabolic modulation association with antioxidant, anti-inflammatory, and neuroprotective effects**, *Innovative Food Science & Emergin Techonologies*, Volume 80, 2022.

CORNEJO-PAREJA, I.; MUÑOZ-GARACH, A.; CLEMENTE-POSTIGO, M. TINAHONES, F.J. **Importance of gut microbiota in obesity** *Eur J Clin Nutr* (2018)

ESLAMI, O.; KHORRAMROUZ, F.; SOHOULI, M.; BAGHERI, N.; SHIDFAR, F.; FERNANDEZ, M. L. **Effect of nuts on components of metabolic syndrome in healthy adults with overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis** *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, Volume 32, Issue 11, 2022, pp. 2459-2469.

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. **Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna** *J Sci Food Agric*, 90 (2010), pp. 1650-1655.

FLORES-MATEO, G.; ROJAS-RUEDA, D.; BASORA, J.; ROS, J.; SALAS-SALVADÓ, J. **Nut intake and adiposity: Meta-analysis of clinical trials** *Am J Clin Nutr*, 97 (2013), pp. 1346-1355.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. **Chemical composition of nuts and edible seeds and their relation to nutrition and health** *Braz Nutr*, 23 (2010), pp. 269-279.

HASSANNEJAD, R.; MOHAMMADIFARD, N.; KAZEMI, I.; MANSOURIAN, M.; SADEGHI, M.; ROOHAFZA, H.; et al. **Long-term nuts intake and metabolic syndrome: a 13-year longitudinal population-based study** *Clin Nutr*, 38 (3) (2019), pp. 1246-1252.

HOSSEINPOUR-NIAZI, S.; HOSSEINI, S.; MIRMIRAN, P.; AZIZI, F. **Prospective study of nut consumption and incidence of metabolic syndrome: Tehran lipid and glucose study** *Nutrients*, 9 (10) (2017).

HRUBY, A.; HU, F. B. **The epidemiology of obesity: a big picture** *Pharmacoeconomics*, 33 (7) (2015), pp. 673-689.

JACELDO-SIEGL, K.; HADDAD, E.; ODA, K.; FRASER, G. E.; SABATÉ, J. **Tree nuts are inversely associated with metabolic syndrome and obesity: the Adventist health study-2** *PLoS One*, 9 (1) (2014), p. e85133.

JACKSON, C. L.; HU, F. B. **Long-term associations of nut consumption with body weight and obesity** *Am J Clin Nutr*, 100 (2014), pp. 408S-4011.

- KIM, R. J.; WANG, L.; WORLEY, S.; LEONARD, D. **Nut consumption and metabolic syndrome in US adolescents** *Publ Health Nutr*, 21 (17) (2018), pp. 3245-3252.
- KOMAROFF, A. L. **The microbiome and risk for obesity and diabetes** *JAMA*, 317 (4) (2017), pp. 355 – 356.
- LANIGAN, J. **Prevention of overweight and obesity in early life** *Proc Nutr Soc*, 77 (3) (2018), pp. 247-256.
- LEY, R. E.; BACKHED, F.; TURNBAUGH, P.; LOZUPONE, C. A.; KNIGHT, R. D.; GORDON, J. I. **Obesity alters gut microbial ecology** *Proc Natl Acad Sci USA*, 102 (2005), pp. 11070-11075
- LIMA, D. S.; EGEEA, M. B.; CABASSA, I. C. C.; ALMEIDA, A. B.; SOUSA, T. L.; LIMA, T. M.; LOSS, R. A.; VOLP, A. C. P.; VASCONCELOS, L. G. DALL’OGLIO, E. L.; HERNANDES, T.; TAKEUCHI, K. P. **Techonological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts**, *LWT*, v. 137, 2021.
- MOZAFFARIAN, D.; HAO, T.; RIMM, E. B.; WILLETT, W. C.; HU, F. B. **Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men** *N Engl J Med*, 364 (2011), pp. 2392-2404.
- N. C. D. R. F. Collaboration **Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents and adults** *Lancet*, 390 (101113) (2017), pp. 2627-2642.
- ROLLS, B. J. **Dietary energy density: applying behavioral science to weight management** *Nutr Bull*, 42 (3) (2017), pp. 246-253.
- ROY, T.; HASE, E. M.; HUL, M. V.; PAQUOT, A.; PELICAEN, R.; REGNIER, M. et al. **Dysosmobacter welbionis is a newly isolated human commensal bacterium preventing diet-induced obesity and metabolic disorders in mice** *Gut*, 71 (3) (2022), pp. 534-543.
- SHEN, W.; GASKINS, H. R.; MCINTOSH, M. K. **Influence of dietary fat on intestinal microbes, inflammation, barrier function and metabolic outcomes** *J Nutr Biochem*, 25 (2014), pp. 270-280.
- SIQUEIRA, E. M. A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. S. B.; FUSTINONI, A. M.; SANT’ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. **Consumption of baru seeds (*Dipteryx alata* Vog.), a Brazilian savana nut, prevents iron- induced oxidative stress in rats** *Food Res Int*, 45 (2012), pp. 427-433
- SMETHERS, A. D.; ROLLS, B. J. **Dietary management of obesity: cornerstones of healthy eating patterns** *Med Clin*, 102 (1) (2018), pp. 107-124.
- SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C., ALVES, A. M., FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. **Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut.** *Food Research International*, 44 (7) (2011) pp.

2319 – 2325.

SOUZA, R. G. M. de; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. **A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial** Nutrition, 55-56 (2018), pp. 154-160

WHO, **Obesity and overweight: World health organization** (2021). Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> Acessado em 30 de outubro de 2022.

3. CAPÍTULO I – Revisão de literatura¹²

3.1. Cerrado do Brasil

Localizado no centro do país, o Cerrado é conhecido como a savana brasileira com imensa biodiversidade (MENDONÇA *et al.*, 2008). Abriga mais de 12.829 mil espécies de plantas nativas catalogadas (BGF, 2021). Em números absolutos, essa variedade de espécies de flora é comparável à Amazônia, bioma com superfície territorial duas vezes maior (FORZZA *et al.*, 2010). O Cerrado dispõe de 4.215 espécies naturais perante 2.046 da Amazônia, fica atrás somente do bioma da Mata Atlântica como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1. Número de espécies vegetais e espécies endêmicas por Bioma.

Bioma	Espécies vegetais	Espécies endêmicas
Mata Atlântica	16.146	7.524
Amazônia	12.354	2.003
Cerrado	12.070	4.208
Caatinga	4.440	748
Pampa	1.458	78
Pantanal	1.082	48

Fonte: Adaptado a partir do Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (FORZZA *et al.*, 2010)

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), define bioma como “[...] um conjunto de vida (vegetal e animal) constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, que resulta em diversidade biológica própria” (IBGE, 2004).

Tendo como base a definição utilizada pelo IBGE, o Cerrado integra uma área de 1.983.017 km², que corresponde a 23,3% do Brasil (IBGE, 2019). Sua área abrange o estado de Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Piauí, Maranhão, Rondônia, Pará, Paraná e Distrito Federal (BRASIL,

¹ Parte do capítulo I foi incluído na publicação de um capítulo de e-book que está em trâmite na editora: Campos, S.; Fernandes, SS; Egea, MB. Efeitos benéficos a saúde da ingestão de baru (*Dipteryx alata* Vog.). In: Baru (*Dipteryx alata*) como fonte de nutrientes e matéria-prima para a indústria de alimentos. Editores: Egea, MB & Fernandes, SS. Goiânia: Editora FURG.

² Parte do capítulo I foi submetido ao periódico *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* e encontra-se em revisão. Campos, SB; Oliveira Filho, SB; Salgaço, MK; Jesus, MH; Egea, MB. Peanuts and pistachios can act as gut microbiota regulators promoting beneficial effects on human health: a narrative review.

2022). Fora do Brasil, o Cerrado se estende por áreas da Bolívia e Paraguai (RIBEIRO; WALTER, 2008).

O Cerrado faz limite ao norte com a Amazônia, a nordeste com a Caatinga, a sudoeste com a Mata Atlântica e a sudoeste com o Pantanal. Essas áreas de modificação com os ecossistemas vizinhos, concedem ao bioma elevada concentração de biodiversidade e de endemismo de espécies (ARRUDA, 2003).

O Cerrado também é conhecido como o “berço das águas”, por abrigar a nascente dos principais rios brasileiros (LIMA; SILVA, 2008). As águas do Cerrado auxiliam na manutenção e regulação do clima, visto que fornece água atmosférica por meio de vapor de água “rios voadores” para considerável parte do Brasil e de países vizinhos (LAHSEN *et al.*, 2016).

O Cerrado tem como clima dominante o tropical sazonal, com precipitação pluviométrica anual média de 1.500 mm, e 90% das chuvas acontecem entre os meses de outubro a março, definindo dois períodos: o chuvoso e o de estiagem (abril a setembro). A temperatura varia entre 22°C e 27°C, e a umidade no inverno alcança níveis variando entre 38 e 40% enquanto no período chuvoso pode subir para 97% (REIS & SCHMIELE, 2019).

O cerrado dispõe de uma fauna e flora extremamente variadas, enfatizando as classes de frutos, com características sensoriais próprias e com alta qualidade nutricional, o que os tornam atraentes para serem explorados, pesquisados e comercializados (ANGELLA, 2014; MORZELLE *et al.*, 2015). Sabe-se que estes frutos, em especial o baru tornou-se popular por algumas características como o sabor agradável (semelhante ao amendoim) e alto teor nutricional (FERNANDES *et al.* 2010; NUNES *et al.*, 2016).

3.2. Baru

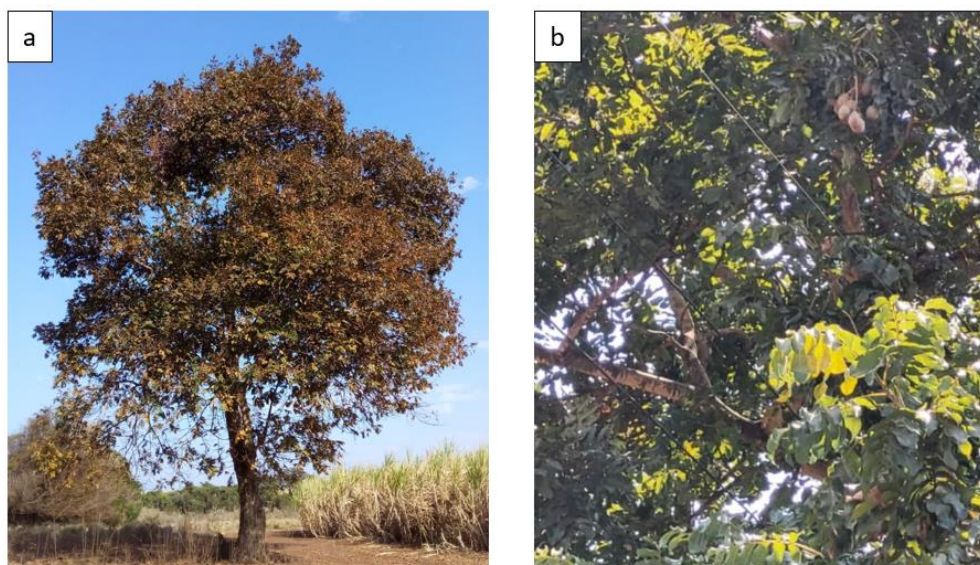
3.2.1. Aspectos botânicos e morfológicos do *Dipteryx alata*

O baru é natural da região do Planalto Central (TAKEMOTO *et al.*, 2001), nasce em solos mais férteis e bem drenados, tanto no Cerrado do Brasil como no Paraguai e Bolívia (ALMEIDA, 1998; BOTEZELI *et al.*, 2000; BOZZA, 2004; BRITO, 2004; AGUIAR e AQUINO, 2006; MARTINS, 2010)

O baru, *Dipteryx alata* Vog., é uma árvore da família *Leguminosae*, pertencente a subfamília *Fabacea* com origem no Cerrado brasileiro. O fruto do barueiro apresenta diferentes nomes locais sendo conhecido pelos nomes populares de barujo, bugueiro, cambaru, castanha-de-bugre, castanha de burro, coco-barata, coco-feijão, cumari, cumaru, cumarurana, cumbaru, feijão-baru, feijão-coco, imburana-brava, viagra do cerrado e pau-cumaru. A árvore do baru apresenta potencial econômico além de boa aceitação pelo seu sabor apreciável (ROCHA e SANTIAGO, 2009).

O barueiro ou baruzeiro tem porte arbóreo (Figura 1), apresenta em média 25 metros de altura (MARTINS, 2010). A árvore tem vida média de 60 anos, com tronco que mede aproximadamente 70 cm de diâmetro, sendo a madeira resistente a cupins e fungos, com potencial emprego nas indústrias de carvão, móveis, construção civil e naval (MARTINS, 2010).

Figura 1. a) Barueiro. b) Fruto do baru.



Fonte: arquivo pessoal.

O barueiro ocorre de forma ampla na região do cerrado, e grande parte das vezes, ele é preservado, inclusive na abertura de pastos. Principalmente por sua ampla copa, que proporciona sombra ao gado, além da sua capacidade de fixação de nitrogênio e potássio no solo (CÔRREA *et al.*, 2008; MARTINS, 2010).

O período de florescimento é curto, acontecendo de outubro a dezembro e a época de coleta de frutos ocorre de setembro a outubro, podendo cada árvore gerar em média de 1.000 a 3.000 frutos (CÔRREA *et al.*, 2008).

O baru, durante a estação seca no cerrado é uma das poucas espécies que apresentam polpa carnosa, sendo importante para a alimentação da fauna local. No período de estiagem, os rebanhos bovinos alimentam-se dos frutos que quando maduros caem com facilidade, funcionando como complemento alimentar (MARTINS, 2010).

Em função das condições climáticas, o período da primeira frutificação do barueiro é variável, sendo assim, a intensidade da produção anual do fruto pode sofrer variações consideráveis. Na fase adulta, a árvore produz safras bianuais, com média de 150 kg de frutos. O fruto apresenta-se maduro quando o barueiro se encontra desfolhado (MARTINS, 2010), apresentando peso médio variando entre 26 a 40 g (CÔRREA *et al.*, 2000).

O fruto é uma vagem drupácea elíptica, com uma casca fina e de coloração variando de bege escuro a marrom avermelhado, mede cerca de 6 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro (Figura 2). Morfologicamente, o fruto é uma drupa elipsoide, monospermico, ovoide ou deprimido, com alguns frutos de formato indefinido, fibroso e opaco, superfície irregular apresentando algumas depressões, textura lisa e bordo inteiro, como linha sutura e pedúnculo de consistência lenhosa (CÔRREA *et al.*, 2000; FERREIRA *et al.*, 1998).

Figura 2. Frutos do baru (*Dipteryx alata* Vog.)



Fonte: arquivo pessoal.

A polpa e o mesocarpo têm sabor adocicado e adstringentes, contendo caroço, endocarpo, de aspecto lenhoso, que abriga uma única semente, a amêndoa, dura, comestível, de formato elipsoide, lisa e hilo branco (ARACAVA, 2018) (Figura 3).

Figura 3 a) Fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.) com semente. b) Semente (amêndoa).



Fonte: arquivo pessoal.

A amêndoa do baru corresponde a cerca de 5% do peso do fruto, com massa entre 4 a 10 g com formato ovalado, textura lisa, brilhante e coloração que varia do castanho ao amarelo (CRUZ, 2010; MARTINS, 2010).

Pode ser consumida *in natura*, submetida previamente a processo de torrefação (JUNQUEIRA e FAVARO, 2004; MARTINS, 2010), pois crua contém elevado teor de inibidor de tripsina, que dificulta a absorção de outros nutrientes que são importantes para o organismo (CARRAZZA e ÁVILA, 2010). A amêndoa pode ainda ser usada em receitas em substituição as nozes e outras oleaginosas, triturada como paçoca ou, ainda como farinha incorporada em bolos, massas e molhos (MARTINS, 2010), apresentando sabor agradável semelhante ao amendoim (CRUZ, 2010; MARTINS, 2010).

3.2.2. Propriedades nutricionais da amêndoa do baru

A amêndoa do baru é recomendada para alimentação humana, pois é fonte significativa de lipídios e proteínas (CARRAZZA E AVILA, 2010). Segundo Campidelli e colaboradores (2020) e Souza *et al.* (2018), os nutrientes da amêndoa de baru são distribuídos da seguinte forma: 23 – 30% proteína, 40% gordura (18% ácidos graxos insaturados, 51% ácidos graxos monoinsaturados, 31% ácidos graxos poli-insaturados), 12% carboidratos, 12,5% fibras alimentares e níveis menores de minerais como cálcio, ferro e zinco, como assentado na Tabela 2.

O teor de proteína da amêndoa de baru é superior ao de outras castanhas, como por exemplo a castanha do Brasil (15 g/100g) e castanha de caju (18 g/100g) (CARDOSO *et al.*, 2017). Uma porção de 20 g de amêndoa de baru torrada contém entre 4,6 g a 6,2 g de proteína (ALVES-SANTOS *et al.*, 2021). Entretanto, as concentrações lipídicas são inferiores a outras castanhas, como castanha do Brasil (66 g/100g) (CARDOSO *et al.*, 2017).

Em relação à composição mineral, a amêndoa de baru apresenta considerável teor de potássio, magnésio e ferro, além de quantidades significativas de cálcio e zinco (ALVES-SANTOS *et al.*, 2021).

Tabela 2 - Composição nutricional da amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vogel).

	Componente	Média
Macronutrientes	Proteína (g/100g)	22,9-25,8
	Lipídeos (g/100g)	40,6-41,9
	Carboidratos (g/100g)	11-13,6
	Fibras dietéticas (g/100g)	16-16,12
Micronutrientes	Cálcio (mg/g)	140
	Fósforo (mg/g)	358
	Magnésio (mg/g)	178
	Potássio (mg/g)	827
	Cobre (mg/g)	1,45
	Ferro (mg/g)	4,24
	Manganês (mg/g)	4,9
Zinco (mg/g)	4,1	

Fonte: adaptado pela autora com base em CRUZ (2010) e TAKEMOTO *et al.*, (2001).

3.2.3. Capacidade antioxidante do baru

As condições de estresse oxidativo parecem estar envolvidos na etiologia de doenças crônicas humanas, como doenças cardiovasculares, diabetes, câncer, doenças genéticas, metabólicas e neurodegenerativas. O consumo de vegetais tem sido positivamente relacionado à redução do risco de desenvolver essas doenças crônicas (PHUNG *et al.*, 2009) e o potencial de plantas benéficas tem sido atribuído à presença de compostos bioativos que apresentam propriedades antioxidantes (LIU *et al.*, 2005, ROCHFORT e PANOZZO, 2007, VAN HORN *et al.*, 2008).

Esses compostos bioativos, que estão distribuídos por todas as partes da planta, são na verdade o sistema de defesa da mesma em resposta ao estresse abiótico ou à ação de patógenos que estão submetidas (LEMOS *et al.*, 2012). O baru é fonte de compostos bioativos, como carotenoides, compostos fenólicos e taninos (LIMA *et al.*, 2022).

No geral, a importância do baru como antioxidante diz respeito principalmente aos seus ácidos fenólicos, ácido fítico e composição do arranjo de taninos (CAMPIDELLI *et al.*, 2020).

No estudo desenvolvido por Lemos e colaboradores (2012) foi demonstrado que a amêndoa de baru torrada com casca apresenta média de 531,8 mg GAE/100 g de fenólicos totais quantidade menor que a amêndoa crua com casca (568,9 mg GAE/100 g), podendo ser explicado pelo fato dos compostos fenólicos estarem associados ao sistema protetor do fruto e semente contra fatores bióticos (ataques de patógenos) e abióticos (UV, seca e estresse salino) (SIMÃO *et al.*, 2007), além de sugerir que os compostos fenólicos são termolábeis e que a casca pode ter efeito protetor contra o calor (LEMOS *et al.*, 2012).

No estudo desenvolvido por Siqueira *et al.* (2016) foi encontrado teor total de carotenoides próximo de 11,40 µg/100 g de amêndoa de baru. Os teores de α-caroteno, β-caroteno e licopeno na amêndoa de baru foram descritos como 19,5 µg/100 g, 20,7 µg/100 g e 15,1 µg/100 g respectivamente (GONÇALVES *et al.*, 2020).

A amêndoa de baru apresenta pequenas quantidades de antocianinas (1,24 mg/100 g para amêndoas torradas com casca e 1,06 mg/100 g para amêndoas cruas com casca) (LEMOS *et al.*, 2012). O consumo desses flavonoides está associado à

prevenção de diversas doenças que envolvem o estresse oxidativo. Evidências atuais mostram que as antocianinas são pouco absorvidas pela corrente sanguínea, entretanto, os ácidos fenólicos e aldeídos, que são metabólitos das antocianinas produzidas pela flora intestinal, são melhor absorvidos e podem exercer efeito protetor contra o estresse oxidativo intracelular (FORESTER e WATERHOUSE, 2010).

O ácido gálico foi identificado como o principal composto na amêndoa de baru torrada, seguido pela catequina, ácido ferúlico, epicatequina, ácido p-cumárico e em quantidades menores incluíram ácido elágico, ácido cafeico e hidroxibenzoico (LEMOS *et al.*, 2012). Estudos mostraram que o ácido gálico e seus derivados são antioxidantes que apresentam atividade anti-inflamatória e antimicrobiana (KROES *et al.*, 1992, LU *et al.*, 2006).

3.2.4. Baru e seus efeitos fitoterápicos

Em virtude da grande diversidade no Brasil, seja cultural ou vegetal, há o uso de plantas e/ou ervas para tratamentos de doenças com ricas informações quanto ao seu uso e propriedades funcionais, constituído a base da medicina popular. Apesar dos avanços tecnológicos para produção e desenvolvimento de medicamentos, o método fitoterápico popular, que utiliza unicamente plantas ou parte delas (raízes, cascas, folhas, flores, frutos ou sementes) é bastante utilizado (SANTOS, 2011).

Por sua composição com compostos bioativos, como polifenóis e carotenoides, a amêndoa de baru tem sido alvo de diversas pesquisas para avaliar a existência de possíveis efeitos benéficos do baru à saúde (LIMA *et al.*, 2022). Pesquisas demonstraram que a espécie pode ser potencialmente utilizada na melhora das doenças metabólicas (SOUZA *et al.*, 2018), estresse oxidativo (SOUZA *et al.*, 2019), câncer colorretal (OLIVEIRA-ALVES *et al.*, 2020), infecções microbianas (RIBEIRO *et al.*, 2014), doença renal crônica (SCHINCAGLIA *et al.*, 2020, 2021) e até envenenamento por picada de cobra (FERRAZ *et al.*, 2012).

O baru, seus extratos e/ou compostos bioativos, demonstraram nenhuma ou baixa citotoxicidade ou genocidade (ESTEVEZ-PEDRO *et al.* 2011, RIBEIRO *et al.*, 2014) e podem ser usados para melhorar o bem-estar geral e prevenir ou tratar doenças transmissíveis e não transmissíveis (LIMA *et al.*, 2022).

Os estudos realizados por Cruz *et al.* (2019) e Fiorini *et al.* (2017) demonstraram que dietas enriquecidas com farinha de amêndoa de baru (14 – 40%)

por 14 e 40 dias, respectivamente, foram capazes de melhorar o perfil lipídico sérico de ratos saudáveis, aumentando a lipoproteína de alta densidade (HDL) e diminuindo a lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL), colesterol total (CT) e triglicérides (TG). Fiorini *et al.* (2017) ainda relataram que a amêndoa de baru pode demonstrar papel cardioprotetor, reduzindo os índices de risco aterogênico e cardíaco, apesar de não ser feito estudo aplicado diretamente nas doenças cardiovasculares.

O consumo da amêndoa de baru pode ser favorável em condições ou doenças metabólicas já instaladas. Estudos realizados em ratos até o momento indicam que a farinha de amêndoa de baru, suplementada em proporções variáveis na dieta (8% e 35%) por oito a nove semanas, respectivamente, pode auxiliar a impedir ou tratar a obesidade induzida por dieta hiperlipídica, melhorando o HDL, diminuindo peso corporal e níveis séricos de glicose, VLDL, LDL, CT e TG (ARAÚJO *et al.*, 2017; FERNANDES *et al.*, 2015).

Mais significativamente, nos estudos desenvolvidos por Bento *et al.* (2014) e Souza *et al.* (2018) foram utilizados ensaios randomizados controlados com placebo com duração de 6 e 8 semanas de intervenção com 20 g/dia respectivamente para entender o papel da amêndoa de baru em indivíduos com hipercolesterolemia leve e obesidade, respectivamente. Os autores verificaram que os efeitos foram positivos, com redução da adiposidade da cintura e melhoras dos níveis séricos de HDL, LDL e CT, apesar de não ser observados benefícios metabólicos.

Os resultados dos estudos desenvolvidos indicam o potencial do baru contra o aumento de lipídios no sangue de indivíduos com obesidade e com hipercolesterolemia. Os benefícios por trás dos efeitos apresentados nos estudos estão ligados, como sugerido pelas pesquisas mencionadas, com o conteúdo de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente ácido oleico presente nas amêndoas de baru (LIMA *et al.*, 2022).

Os efeitos da amêndoa de baru foram investigados recentemente contra a doença renal crônica (DRC). Schicaglia *et al.* (2020, 2021) realizaram um ensaio clínico randomizado, para testar os efeitos de 5 g/dia de óleo de amêndoa de baru em pacientes em hemodiálise. A intervenção teve duração de 12 semanas, porém os autores não observaram resultados significativos, pois o óleo de amêndoa de baru não melhorou parâmetros ligados a DRC (ureia, potássio e fósforo), estresse oxidativo (catalase, superóxidos dismutase, malondialdeído) ou níveis séricos (HDL, LDL, TC

e VLDL), os efeitos do óleo limitaram-se à redução da proteína C reativa sérica (PCR), um marcador inflamatório, e a melhora da função intestinal, relatada pelos participantes.

O estudo de Schincaglia *et al.* (2021) não foi o único que encontrou resultados positivos na função intestinal. Cruz *et al.* (2019) ao fornecer sobremesas lácteas enriquecidas com 14% de farinha de baru por duas semanas para ratos saudáveis observaram que houve regulação nas alterações causadas pelo consumo de grande quantidade de leite (43% na dieta), aumentando o tempo médio de esvaziamento gástrico, tempo de chegada ao ceco e tempo de trânsito pelo intestino delgado. Como fonte interessante de fibras alimentares totais (~14%), a farinha de amêndoa de baru tem capacidade de melhorar a função gastrointestinal e possivelmente constipação crônica, mesmo quando associada a dieta desregulada. Ademais, ao retardar a digestão e absorção de nutrientes, o baru pode melhorar os mecanismos contra a obesidade, dislipidemia e diabetes (DA CRUZ *et al.*, 2019).

Outra evidência dos efeitos do baru na saúde gastrointestinal foi demonstrada por Oliveira-Alves *et al.* (2020). Os extratos hidrometanólicos brutos e hidrolisados ricos em polifenóis de amêndoa de baru reduziram consideravelmente o crescimento celular da linhagem CRC HT₂₉ *in vitro*. O extrato bruto foi testado contra um marcador de células iniciadoras de tumor, a aldeído desidrogenase 1 (ALDH₁), diminuindo significativamente os níveis de ALDH₁ em comparação com células controle ou células tratadas com mistura de derivados de ácido gálico, revelando ser um produto potencial contra o desenvolvimento de tumores e metástase. Devido a redução da atividade da ALDH₁, o extrato hidrometanólico do baru também pode ser usado para evitar a resistência à quimioterapia e à radioterapia (VINOGRADOV, WEI, 2012).

O baru também tem sido sugerido contra os efeitos diretos do estresse oxidativo. Siqueira *et al.* (2012) avaliaram as consequências de 10% de farinha de amêndoa de baru na dieta de ratos Wistar com estresse oxidativo induzido por ferro. Após 17 dias de tratamento, os animais que receberam a farinha de amêndoa de baru obtiveram a redução dos níveis de carbonila no fígado, coração e baço em comparação ao grupo sem intervenção. Os níveis de carbonila aumentam após a oxidação de proteínas teciduais e são considerados um biomarcador geral da oxidação de proteínas, incluindo diabetes e doenças inflamatórias intestinais (LIMA *et al.*, 2022). Os efeitos positivos encontrados por Siqueira *et al.* (2012), entretanto, limitaram-se à análise de carbonilas, pois os autores não encontraram dados significativos sobre outros

parâmetros, como oxidação lipídica e enzimas antioxidantes.

Outros achados isolados dos efeitos positivos da amêndoa de baru no estresse oxidativo incluíram a redução dos níveis de malonaldeído (fígado e aorta) e aumento dos níveis de glutathione peroxidase (soro) (FERNANDES *et al.*, 2015; REIS *et al.*, 2018; SOUZA *et al.*, 2019). Enzimas antioxidantes como catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase têm papel importante na redução do estresse oxidativo (FERNÁNDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2011). As reações de dismutação do superóxido (íon superóxido em peróxido de hidrogênio) catalisadas pelo superóxido dismutase e a conversão do peróxido de hidrogênio em água pela glutathione peroxidase e catalase são essenciais para prevenir o dano oxidativo celular (SFAR *et al.*, 2013).

Fernandes *et al.* (2015) avaliaram o efeito da amêndoa de baru e da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa* HBK) no perfil lipídico sérico e na peroxidação lipídica hepática em ratos alimentados com dieta hiperlipídica. O consumo da castanha do Brasil e a amêndoa de baru preveniram a hiperlipidemia e a peroxidação lipídica no tecido hepático de ratos alimentados com dieta hiperlipídicas, sugerindo papel protetor desses alimentos contra a alta ingestão de gordura saturada e colesterol. O estudo revelou menor peroxidação lipídica e maiores teores de vitamina E, no fígado dos animais tratados com amêndoa de baru e castanha do Brasil (FERNANDES *et al.*, 2015). A vitamina E, pode bloquear o início e inibir a propagação da peroxidação lipídica, como antioxidante eficaz *in vivo* (NIKI, 2014). Houve também redução nos níveis de glutathione. Uma possível explicação para os níveis menores de glutathione em animais tratados com amêndoa de baru e castanha do Brasil estaria relacionado com a utilização da glutathione na recuperação da vitamina E (FERNANDES *et al.*, 2015). A glutathione tem papel importante na neutralização de peróxidos e na proteção das células contra o estresse oxidativo (NIKI, 2014).

Reis *et al.* (2018) avaliaram o perfil de ácidos graxos e os efeitos do óleo de baru no fígado e na aorta em um modelo murino de dislipidemia. O tratamento com óleo de baru induziu repercussões positivas na estrutura do fígado, principalmente na atenuação da degeneração balonística dos hepatócitos e da esteatose. A degeneração balonística foi a principal manifestação patológica atenuada pelo tratamento com óleo de baru. Os resultados indicaram que o óleo de baru possui composição benéfica de ácidos graxos (monoinsaturados e poli-insaturados) com alto valor energético. Ao restringir a peroxidação lipídica vascular e danos morfológicos hepáticos em um modelo murino de dislipidemia e lipotoxicidade, o óleo de baru demonstrou potencial

aplicabilidade como alimento funcional.

Outro efeito do baru foi observado por Souza *et al.* (2019), que avaliaram se o consumo de 20 gramas de amêndoa de baru em mulheres com sobrepeso e obesidade durante 8 semanas melhorava o estado inflamatório e antioxidante. Esta pesquisa evidenciou que houve o aumento da glutathione peroxidase e dos níveis plasmáticos de cobre. Enzimas antioxidantes como catalase, superóxido dismutase e glutathione peroxidase tem papel importante na redução do estresse oxidativo e inibição da inflamação à obesidade (FERNÁNDEZ-SANCHEZ *et al.*, 2011).

4. Microbiota intestinal

O intestino humano abriga uma série de microrganismos que representam os reinos fundamentais para o desenvolvimento e a fisiologia do hospedeiro. Essa microbiota intestinal, integra uma comunidade complexa que interage entre si e com hospedeiro para modular processos biológicos primordiais à saúde. A microbiota intestinal desempenha funções centrais no hospedeiro, pois está envolvida na manutenção da barreira celular endotelial, metabolismo de nutrientes do hospedeiro, imunomodulação e proteção contra patógenos (KOH, BACKHED, 2020; RINNINELLA *et al.*, 2019; SÁNCHEZ-TAPIA, TOVAR, TORRES, 2019). Sendo que os metabólitos gerados pela população microbiana influenciam a saúde do hospedeiro (VAN TREUREN, DODD, 2020; KOH, BACKHED, 2020).

A microbiota são os próprios organismos, enquanto o microbioma engloba os organismos e seus genomas coletivos, esses microrganismos vivem na pele, ao longo do trato gastrointestinal (mais 70%) em outras superfícies mucosas e até dentro de células, a microbiota inclui fungos, vírus, arqueias e bactérias que representam sua maioria (LI *et al.*, 2014).

Uma relação de benefício mútuo é estabelecida entre o hospedeiro e o microbioma intestinal, já que este desempenha diferentes funções essenciais, tendo importante papel na preservação da integridade estrutural da barreira endotelial intestinal, propiciando a microvasculatura intestinal, renovação celular e cicatrização de feridas, além de regular as propriedades de renovação do muco (ALLAM-NDOUL, CASTONGUAY-PARADIS, VEILLEUX, 2020). As bactérias intestinais podem remodelar a glicosilação da mucina e colaborar para manter as junções justas do tecido epitelial intestinal por meio da ativação do receptor toll-like 2 (TLR2) sinalizado pelo

peptidoglicano na parede celular microbiana (SODERHOLM, PEDICORD, 2019).

Além disso, o microbioma influencia o desenvolvimento do sistema imunológico sistêmico, pois os microrganismos intestinais contribuem para expandir as células T e as células linfoides inatas, para aumentar as células B para produção de IgA e, em resposta aos patógenos, para modular macrófagos residentes da lâmina própria (SODERHOLM, PEDICORD, 2019). Fornece proteção antimicrobiana por meio de seus componentes estruturais e metabólitos e induz a síntese de proteínas antimicrobianas, incluindo imunoglobulinas locais que controlam o crescimento de bactérias patogênicas (SÁNCHEZ-TAPIA, TOVAR, TORRES, 2019).

O microbioma intestinal tem sido considerado peça integral na comunicação intestino-cérebro e um eixo microbioma-intestino-cérebro (RHEE, POTHOUHAHIS, MAYER, 2009; COLLINS, SURETTE, BERCIK, 2012; CRYAN *et al.*, 2019, CRYAN, DINAN, 2012). Já que os microrganismos intestinais se comunicam com o sistema nervoso central por meio de canais de sinalização neurais, endócrinos e imunológicos. Por outro lado, o sistema nervoso central pode afetar a microbiota intestinal, diretamente por meio da expressão do gene de virulência induzida por mediador de estresse e indiretamente por meio do controle da função intestinal mediado por meio do sistema nervoso autônomo (OSADCHY, MARTIN, MAYER, 2019).

O sistema nervoso entérico pode modular diretamente a composição microbiana por meio de alterações na secreção, motilidade, permeabilidade e defesa imunológica. Essas vias paralelas e de interação estão emergindo para os investigadores como matriz de comunicação complexa, que também tem sido chamada de conectoma intestinal (YE, LIDDLE, 2017).

Existem estudos transversais em humanos que sugerem mudanças na diversidade e abundância relativa da microbiota e metabolismo microbiano estão associados a ampla variedade de distúrbios neurológicos e psiquiátricos, incluindo doença de Parkinson, Alzheimer, autismo e depressão. No entanto, os resultados desses estudos são considerados inconsistentes e sem evidências que estabeleçam causalidade para o microbioma intestinal (BASTIANSSEN *et al.*, 2019) e por isso, mais pesquisas precisam ser realizadas.

Já com relação ao exame do eixo microbiota-intestino as interações cerebrais em populações clínicas têm se restringido, principalmente a estudos transversais que demonstram associações de microrganismos intestinais com cérebro em pessoas

saudáveis ou estado de doença (LONG-SMITH *et al.*, 2020). Com base em grande parte dos resultados obtidos em modelos animais pré-clínicos, as rotas de comunicação estudadas, até agora, incluem o sistema imunológico (ROUND, MAZMANIAN, 2009), metabólitos e neurotransmissores e ativação do nervo vago (FORSYTHE, BIENENTOCK, KUNZE, 2014; FULLING, DINAN, CRYAN, 2019).

Ampla e variada é a microbiota intestinal humana, composta principalmente pelos filos *Bacillota* “*Firmicutes*” ($\cong 64\%$), incluindo os gêneros *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterococcus*, *Ruminococcus*, *Eubacterium*, *Faecalibacterium* e *Roseburium*. O filo *Bacteroidota* “*Bacteroidetes*” ($\cong 23\%$), incluindo os gêneros *Bacteroides* e *Prevotella*, é o segundo mais prevalente seguindo pelos filos *Actinomycetota* “*Actinobacteria*” ($\cong 3\%$) e *Verrucomicrobia* ($\cong 2\%$) (RUAN *et al.*, 2020; VAN TREUREN, DODD, 2020). A composição da microbiota intestinal é caracterizada por variabilidade interindividual, com possibilidade de ser moldada por diferentes fatores, como idade, genética, via de parto, método de alimentação infantil, medicamentos, região geográfica e dieta (RINNINELLA *et al.*, 2019; SÁNCHEZ-TAPIA, TOVAR, TORRES, 2019).

A dieta é um dos fatores que mais influenciam a microbiota intestinal, existindo relação complexa e bidirecional entre elas, a absorção e o metabolismo dos nutrientes podem ser atingidos pela composição da microbiota intestinal, com efeitos grandes na fisiologia do hospedeiro (YANG *et al.*, 2020). O número de estudos que relacionam a ingestão alimentar com a modulação da microbiota intestinal é crescente e há evidências de que a dieta possui efeito considerável sobre a microbiota, e que existe interação entre a dinâmica nutricional e a microbiana (SIMÕES, 2014).

A ampla capacidade metabólica do microbioma intestinal está ligada às funções, em particular, micróbios intestinais que possuem enzimas que permitem o uso de nutrientes ingeridos para produzir uma gama de metabólitos microbianos que podem afetar o metabolismo e a saúde do hospedeiro (BLAAK *et al.*, 2020).

Blaak *et al.* (2020) demonstrou que vários micróbios intestinais metabolizam as fibras dietéticas em ácidos graxos de cadeia curta (SCFAs) como acetato, butirato e propionato. O acetato e o propionato podem atingir vários órgãos através da corrente sanguínea e servir como substratos para a lipogênese e a gliconeogênese. O butirato constitui importante fonte de energia para o epitélio colônico, que também pode influenciar a proliferação, diferenciação e exercer efeitos anti-inflamatórios (KOH, BACKHED, 2020).

O microbioma intestinal possui enzimas de carboidratos capazes de fermentar carboidratos complexos e gerar metabólitos como os ácidos graxos de cadeia curta, que exercem funções importantes no hospedeiro (ROWLAND *et al.*, 2018). Ele também impacta o metabolismo de lipídeos e proteínas, aumentando a hidrólise lipídica, inibindo enzimas lipogênicas e gerando moléculas sinalizadoras, assim como bacteriocinas (peptídeos antimicrobianos) (RUAN *et al.*, 2020; SANCHEZ-TAPIA, TOVAR, TORRES, 2019; ROWLAND *et al.*, 2018). Ainda são cruciais para a síntese de vitaminas do grupo B, como biotina, ácido nicotínico, ácido pantotênico, piridoxina, tiamina e vitamina K (ROWLAND *et al.*, 2018, YOSHII *et al.*, 2019).

O metabolismo microbiano de lipídios gera diferentes espécies de ácidos graxos que afetam o metabolismo do hospedeiro, exercendo efeitos benéficos contra doenças metabólicas, como efeitos protetores contra a resistência à insulina, inflamação de baixo grau ou obesidade induzida e contribuindo para manter a homeostase intestinal (VAN TREUREN, DODD, 2020, KOH, BACKHED, 2020). No cólon, os ácidos biliares são posteriormente transformados pelo microbioma intestinal em ácidos biliares secundários que influenciam as vias de metabolismo dos lipídeos do hospedeiro. A microbiota também está envolvida no metabolismo de polifenóis dietéticos, compostos naturais abundantes em frutas, vegetais, cacau, chá e vinho com inúmeros efeitos benéficos à saúde humana (FRAGA *et al.*, 2019). A maioria dos polifenóis atinge o cólon intacto, e são metabolizados pelo microbioma intestinal, produzindo pequenos ácidos fenólicos. Esses metabólitos bioativos são absorvidos de forma eficiente no cólon, contribuindo para os efeitos benéficos dos polifenóis para a saúde (ALVAREZ-CILLEROS *et al.*, 2018; GOWD *et al.*, 2018).

Da mesma forma que o microbioma intestinal metaboliza os constituintes dos alimentos em vários metabólitos ativos, os compostos da dieta também podem modular a funcionalidade do microbioma (MOSZAK *et al.*, 2020). Os nutrientes, compostos bioativos, alimentos específicos e padrões dietéticos influenciam na composição e funcionalidade da microbiota intestinal, gerando efeitos positivos ou negativos na saúde humana (YANG *et al.*, 2020). Pesquisas sobre ingredientes específicos da dieta têm indicado a ingestão de diferentes fibras dietéticas e prebióticos na microbiota gastrointestinal humana (HOLSCHER *et al.*, 2015; DAVIS *et al.*, 2011, MARTÍNEZ *et al.*, 2010). Sendo assim, a interação entre compostos alimentares e microbioma intestinal pode ser crucial na determinação dos efeitos na saúde humana (MOSZAK *et al.*, 2020).

O impacto que os carboidratos consumidos na dieta causam no microbioma intestinal é complexo e depende de seus tipos, sendo que os carboidratos digeríveis, como monossacarídeos e dissacarídeos têm sido relacionados com a proliferação de patógenos oportunistas e a diminuição de espécies associadas à produção de SCFAs (SEO *et al.*, 2020). Já os carboidratos complexos não digeríveis, chamados de Carboidratos Acessíveis à Microbiota (MAC), são fermentados resultando em aumento de SCFAs e, conseqüentemente, em efeito positivo para a saúde (SEO *et al.*, 2020). E, os carboidratos complexos incluindo amido resistente, oligossacarídeos e fibras dietéticas podem modular positivamente microrganismos benéficos à saúde no intestino, principalmente *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Akkermansia*, *Fecalibacterium*, *Roseburia*, *Bacteroides*, *Prevotella*, *Clostridium* e *Ruminococcus* (YANG *et al.*, 2020). Alguns desses MACs, como fruto-oligossacarídeos e galacto-oligossacarídeos, também são considerados como prebióticos, substratos que são utilizados seletivamente por microrganismos hospedeiros, conferindo benefícios a saúde (GIBSON *et al.*, 2017).

Com relação as proteínas, a fonte dietética, ou seja, origem animal ou vegetal, determina os efeitos na composição do microbioma intestinal. Isso foi demonstrado por Kostovcikova e colaboradores (2019), e, ratos foram submetidos a dieta à base de proteína animal, que contribuiu para o aumento de bactérias do gênero *Enterococcus*, *Streptococcus* e *Peptostreptococcus*, que têm sido associados a doenças gastrointestinais. Da mesma maneira, a fermentação de proteínas de origem animal diminuiu *Bifidobacterium* e produção de SCFAs. Já os animais que foram submetidos a dietas à base de proteína vegetal tiveram sua microbiota enriquecida em famílias *Bifidobacteriaceae* e *Desulfovibrinaceae* e demonstraram maior número de *Lactobacillaceae* e famílias *Lachnospiraceae* e *Erysipelotrichaceae*, aumentando a produção de SCFAs.

Estudos *in vitro* e pesquisas pré-clínicas demonstraram que gorduras dietéticas podem acometer diferentemente a microbiota intestinal e alguns microrganismos podem utilizar ácidos graxos como substrato energético (DEVILLARD *et al.*, 2009; GORISSEN *et al.*, 2010; DEVILLARD *et al.*, 2007; DEVKOTA *et al.*, 2012).

O tipo de gordura dietética também é importante na formação da composição do microbioma intestinal, os ácidos graxos podem ser divididos em saturados e insaturados. As gorduras saturadas são de fonte animal, enquanto as gorduras vegetais contêm ácidos graxos insaturados, principalmente ômega-3 e ômega-6 (YANG *et al.*,

2020; MOSZAK, SZULINSKA, BOGDANSKI, 2020).

Os dois tipos de gorduras ocasionam efeitos contrários na modulação do microbioma intestinal. Enquanto gorduras saturadas foram correlacionadas com a modulação negativa reduzindo consideravelmente bactérias benéficas à saúde como *Bifidobacterium*, *Bacteroidota* “*Bacteroidetes*”, *Prevotella* e *Lactobacillus*, e promovendo o crescimento de *Bilophila* pró-inflamatória (YANG *et al.*, 2020; MOSZAK, SZULINSKA, BOGDANSKI, 2020). As dietas com gordura vegetal insaturadas diminuem as bactérias prejudiciais e aumentam o número de *Bifidobacterium* e bactérias produtoras de butirato (*Roseburia* e *Faecilibacterium*), que são associadas a efeitos positivos para a saúde (MURALIDHARAN *et al.*, 2019).

Um estudo recente de Abulizi e colaboradores (2019) mostrou as mudanças da microbiota intestinal em 32 camundongos (machos e fêmeas) de três semanas de idade, e a resposta do hospedeiro às dietas lipídicas contendo gordura do leite (saturada), óleo de milho (poli-insaturada) ou azeite (monoinsaturada) eram significativamente diferentes, dependendo dos níveis de saturação ou insaturação. A dieta com baixo teor de gordura teve aumento na abundância de *Lachnospiraceae* [*Firmicutes* (P=0,01)], *Aldercetzia* spp. [*Actinobactérias* (P=0,03)], família S24_7 [*Bacteroides* (P=0,002)] e *Ruminococcus* spp. [*Firmicutes*(P=0,005)]. O azeite de oliva resultou em aumento significativo de *Firmicutes*, abrangendo *Clostridiaceae* (P=0,003), *Peptostreptococcaceae* (P=0,01), *Ruminococcaceae* (P=0,005) e *Dorea* spp. (P=0,003). Contrariamente, a gordura do leite promoveu diferentes famílias de *Firmicutes*, como *Erysipelotrichales* (P=0,008) e muitos gêneros de *Ruminococcus* (P=0,003). O óleo de milho aumentou o número de membros da família *Firmicutes* de *Turicibacteraceae* (P=0,008), além de *Coprococcus* spp. (P=0,002). No geral, as dietas ricas em gordura resultam em modulação análoga da microbiota intestinal em níveis taxonômicos mais elevados, porém o tipo de ácido graxo presente nos lipídios da dieta alterou exclusivamente os microrganismos intestinais em níveis taxonômicos mais baixos.

As nozes e castanhas são importantes fontes de ácidos graxos, fitoesteróis, minerais e vitaminas (EARNEST *et al.*, 2007; YANG *et al.*, 2018). Foi demonstrado que o consumo de amêndoas altera a composição da microbiota fecal e promove a biossíntese bacteriana de compostos bioativos benéficos em adultos saudáveis (HOLSCHER *et al.*, 2018; DHILLON *et al.*, 2019).

Holscher e colaboradores (2018) relataram aumento de *Lachnospiraceae*, *Roseburia* e *Oscillospira* associada ao consumo de amêndoas inteiras após três

semanas da intervenção. Também em ensaio clínico randomizado de 8 semanas de consumo de amêndoas em estudantes universitários (idades entre 18 e 19 anos) foi observado aumento de *Coriobacteriaceae* e RF39 e diminuição de *Bacteroides fragilis* (DHILLON *et al.*, 2019).

Dadas essas mudanças na composição da microbiota intestinal, não foi estabelecida qual tipo de castanha/amêndoa/noz aumenta bactérias potencialmente benéficas para o indivíduo, ou qual alteração associada na produção de composto bioativo.

5. Obesidade

Obesidade, segundo a definição da Organização Mundial da Saúde (OMS) é uma condição crônica multifatorial, caracterizada pelo acúmulo de adiposidade no corpo. Referente ao excesso de peso, o indivíduo pode apresentar sobrepeso ou obesidade de grau I, II ou III. A classificação é realizada através do índice de massa corporal (IMC), que é obtido pelo cálculo da relação entre peso e estatura do sujeito ao quadrado (WHO, 2003). A obesidade é classificada de acordo com os diferentes pontos de corte proposto pela OMS (Organização Mundial da Saúde), conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Classificação da obesidade previsto pela OMS para adultos maiores de 18 anos.

IMC (Kg/m ²)	Classificação
30 – 34,99	Obesidade grau I
35 – 39,99	Obesidade grau II
≥ 40	Obesidade grau III

Fonte: WHO, (2000) adaptada pela autora.

Outros instrumentos, além do IMC, podem ser utilizados em uma avaliação mais criteriosa sobre a composição corporal do indivíduo, como a medição da circunferência abdominal, pesagem hidrostática, medição por absorciometria com raios de dupla energia, ressonância magnética, tomografia computadorizada, ultrassonografia, análise de bioimpedância, medição de pregas cutâneas e calorimetria indireta (ABESO, 2016).

Os instrumentos citados anteriormente podem ser utilizados com o objetivo de

classificar a obesidade de acordo com seu fenótipo, considerando a forma como a gordura distribui-se no corpo. A obesidade pode ser de quatro formas: (i) global, quando a gordura se encontra distribuída de forma uniforme pelo corpo, (ii) androide, quando se concentra na parte superior do corpo, mais comum em homens, (iii) ginoide, caracterizada pelo acúmulo de gordura na parte inferior do corpo, mais típica em mulheres e (iv) visceral, com o acúmulo de gordura no abdômen, predizendo maiores riscos de comorbidade e mortalidade, por sobrecarregar órgãos vitais (COUTINHO, 1999).

O Ministério da Saúde, publicou uma pesquisa em 2019, com foco na vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas, e estima que 55,7% dos brasileiros estão acima do peso, e que 19,8% já se encontram com algum grau de obesidade. O excesso de peso é maior entre homens (57,8%), que em mulheres (53,9%), apesar do crescimento de obesidade entre o sexo feminino (20,7%), em relação ao sexo masculino (18,7%), já em relação a faixa etária, observou-se maior índice de obesos entre 55 e 64 anos (24,6%), contra menor índice de pessoas de 18 a 24 anos (7,4%) (BRASIL, 2019).

A obesidade já não é mais totalmente explicada apenas pelos motivos clássicos como consumo de alimentos altamente calóricos e falta de exercícios físicos (CARVALHO; MARTINS, 2004). De acordo com Halpern, Rodrigues e Costa (2004), a complexidade e multifatorialidade do comportamento alimentar e da homeostasia são evidenciados por várias substâncias envolvidas na regulação do apetite e controle do peso, além das inter-relações entre os centros neuronais envolvidos. A mudança no comportamento das pessoas e a modernização da produção e do trabalho aumentaram o consumo energético, porém diminuíram seu gasto, reduzindo o tempo de práticas de exercícios físicos. De forma geral, as pessoas estão mais sedentárias, o que pode interferir no peso corporal. O tempo também influencia nas refeições, as quais estão sendo realizadas mais fora de casa, com alimentos de preparo rápido, em maiores porções e sem atenção adequada para a mastigação e digestão, atrapalhando os mecanismos de saciedade (ABESO, 2016).

As diferentes fases da vida também podem contribuir para alteração no peso corporal. Crianças que foram malnutridas na fase intrauterina tendem a acumular mais gordura na infância e na fase adulta, pois seu organismo foi programado para economizar no gasto energético devido ao déficit que teve anteriormente. Já crianças que foram hipernutridas (mães com ganho de peso acima do normal ou com diabetes

gestacional) iniciam a vida acumulando gordura. Há indícios que, a cada parto que a mulher realiza, há aumento de quilo acima do peso, que normalmente acompanha a idade. E, o grande volume de ganho de peso durante a gestação pode dificultar o emagrecimento, após o nascimento da criança. É normal ainda que as mulheres ganhem peso no período da menopausa pelas alterações hormonais e ao incremento da idade, costuma ter maior perda de massa muscular e ganho de gordura na velhice, pelas mudanças naturais que acontecem com o organismo ao passar do tempo (ABESO, 2016).

A carga genética que cada sujeito carrega influencia fortemente o balanço energético realizado pelo corpo (sistema neuroendócrino e metabolismo). São identificados três componentes primários no sistema neuroendócrino envolvidos na fisiopatologia da obesidade: (i) o sistema aferente, que envolve a leptina e outros sinais de saciedade e de apetite de curto prazo; (ii) a unidade de processamento do sistema nervoso central; e (iii) o sistema eferente, um complexo de apetite, saciedade, efetores autonômicos e termogênicos, que leva ao estoque energético (ABESO, 2016). O aumento de peso de maneira excessiva é visto como fator de risco para outras doenças, como hipertensão arterial, diabetes melitos, doenças cardiovasculares, dislipidemia, cálculo biliar, esteatose hepática, gota, distúrbios respiratórios e endócrinos, câncer e transtornos psicológicos. Em 2016 as doenças crônicas foram responsáveis por 74% dos óbitos no país (BRASIL, 2019).

Há duas opções de tratamento para obesidade e sobrepeso. O tratamento clínico que envolve uso de fármacos, reeducação alimentar e aderência a dietas hipocalóricas, associados a exercícios físicos de frequência e intensidade adequadas, indicado para indivíduos com sobrepeso e obesidade grau I. O tratamento clínico configura na maioria dos casos como um processo demorado e pouco eficiente para grandes perdas de peso, não sendo indicado para obesidade grau II e III (FERRAZ, 2009; ALMEIDA, 2013).

Já o tratamento cirúrgico, consiste em técnicas cirúrgicas que intervêm no aparelho digestivo com a finalidade de diminuir o consumo de alimentos, atuar sobre a capacidade de absorção de gordura pelo organismo ou ambas. O tratamento cirúrgico é indicado para pessoas com obesidade grau II e III que apresentam risco e comorbidades (FERRAZ, 2003; ALMEIDA, 2013).

As intervenções convencionais no manejo da obesidade para reduzir o consumo de alimentos e praticar mais atividade física parecem não ser eficiente para

a maioria dos indivíduos ter sucesso no processo de perda de peso. Apesar dos limites para tratar a obesidade, há demandas de novas abordagens nas formas de intervir no tratamento da doença (LEÃO *et al.*, 2015; RALSTON *et al.*, 2018; SOBAL; MAURER, 1999; YATES-DOERR, 2015). Quando a medicina convencional falha em tratar doenças crônicas aumenta a busca por terapias alternativas, não convencionais pelos profissionais da saúde usando como respaldo a ciência (ELDALO *et al.*, 2017; HASANI-RANJBAR *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2004).

A nutrição é importante modificação do estilo de vida que é fundamental no tratamento da obesidade (JOHNSON *et al.*, 2022). A intervenção nutricional para tratamento e manejo da obesidade tem como objetivo induzir a perda de peso criando um balanço energético negativo, utilizando a redução do consumo de calorias em 500 a 750 Kcal/d, e a limitação calórica total a 1.200 a 1.500 Kcal/d para mulheres e 1.500 a 1.800 Kcal/d para homens (RAYNOR; CHAMPAGNE, 2016). Isso é alcançado por meio de mudanças na dieta que incluem alterações na composição de macronutriente, padrões alimentares e mudanças no horário das refeições (JOHNSON *et al.*, 2022).

A composição de macronutrientes diz respeito à contribuição relativa de proteínas, carboidratos e gorduras. A composição alterada de macronutrientes e a qualidade dos macronutrientes dietéticos muitas vezes alteram os mediadores da ingestão calórica e da sustentabilidade da dieta, como saciedade e plenitude, com o objetivo de melhorar a adesão a uma dieta com restrição energética (JOHNSON *et al.*, 2022).

Dietas ricas em proteínas têm sido consideradas vantajosas para perda de peso, muitas vezes em conjunto com dietas com baixo teor de gordura ou baixo teor de carboidratos (FREIRE, 2020). A proteína tem alta vantagem por ser termogênica comparada aos carboidratos e lipídeos, pois 20 a 30% das calorias derivadas de proteínas são usadas pelo corpo nos processos de digestão, transporte e armazenamento, em vez de serem metabolizados, consequentemente criando maior déficit de energia (MAGKOS, 2020; HALL, GUO, 2017). Além disso, a saciedade associada a ingestão de proteínas é maior do que com outros macronutrientes (WESTERTERP-PLANTENGA, LEMMENS, WESTERTERP, 2012; LI, ARMSTRONG, CAMPBELL, 2016; MAGKOS, 2020).

A quantidade e a qualidade dos carboidratos são de grande interesse no tratamento e manejo da obesidade. De acordo com o modelo carboidrato-insulina da obesidade, os carboidratos elevam a secreção de insulina, direcionando a gordura para

o armazenamento no tecido adiposo (FREIRE, 2020). A qualidade dos carboidratos é função de diversas variáveis, incluindo índice e carga glicêmica, quantidade de fibra e presença de açúcares adicionados durante o processamento (RAYNOR, CHAMPANHE, 2016).

Tem sido levantada a hipótese de que os rápidos aumentos e declínios da glicose no sangue e hormônio subsequente associados a alimentos com alto índice glicêmico podem aumentar a ingestão alimentar e a fome autorrelatada, bem como levar preferencialmente à oxidação de carboidratos em vez de gordura pós-prandial (BRAND-MILLER *et al.*, 2002; DAM, SEIDELL, 2007). Atualmente, não existe uma definição padrão de dieta de baixo índice glicêmico ou baixa carga glicêmica (RAYNOR, CHAMPANHE, 2016), mas teoriza-se que alimentos com baixo índice glicêmico promovem saciedade para minimizar a secreção de insulina pós-prandial e manter a sensibilidade à insulina (BRAND-MILLER *et al.*, 2002).

Há ampla evidência científica para apoiar o entendimento que, a redução do consumo de açúcares adicionados e bebidas açucaradas, está associada à perda de peso (CHEN *et al.*, 2009; HU, 2013). Recentemente, um estudo randomizado em adultos de 18 a 40 anos com IMC de 18,5 a 40 Kg/m² mostrou que o consumo de bebidas açucaradas estava associado ao ganho de peso (4,4 [1,0] Kg) em comparação com bebidas adoçadas artificialmente (0,5 [0,9] Kg) ou bebidas sem açúcar (-0,2 [0,9] Kg) (EBBELING *et al.*, 2020).

As fibras alimentares são classificadas em fibras solúveis, insolúveis e totais. A fibra insolúvel é importante para o volume das fezes e a saúde do cólon, enquanto a fibra solúvel tem benefícios cardiometabólicos (DAHL, STEWART, 2015; MELANSON *et al.*, 2006). As fontes de fibras incluem grãos integrais, frutas, vegetais, legumes, nozes e suplementos alimentares. As fibras são importantes na regulação do apetite, aumentando a viscosidade e diminuindo a densidade energética dos alimentos, retardando o esvaziamento gástrico, diminuindo o metabolismo energético dos macronutrientes absorvidos e modulando os hormônios supressores do apetite (JOVANOVSKI *et al.*, 2020).

Um estudo randomizado POUNDS Lost avaliou 345 participantes de ambos os sexos com idade média de 52,5 anos e IMC médio de 32,6 Kg/m² demonstrando que aos 6 meses houve perda de peso de 7,27 Kg, sendo a ingestão de fibras o preditor mais influente para perda de peso em comparação com a densidade calórica e o teor de gordura, carboidrato e proteína (MIKETINAS *et al.*, 2019).

A redução da quantidade de ingestão de carboidratos é uma das intervenções dietéticas mais conhecidas para obesidade (JOHNSON *et al.*, 2022). Uma meta-análise de adultos com obesidade concluiu que dietas com baixo teor de carboidratos (<40%) promove a redução de 6,8 Kg no peso corporal em média após 6 meses (WILLEMS *et al.*, 2021). Dietas com baixo teores de carboidratos podem estar associadas a níveis mais baixos de triglicérides do que dietas com baixo teor de gordura (SEID, ROSENBAUM, 2019).

Dietas com baixo teor de gordura foram estudadas para mostrar a eficácia na perda de peso entre adultos com obesidade. O Programa de Prevenção do Diabetes (DPP) descreveu perda de peso em 12 meses de aproximadamente 7,1 Kg, com dados meta-analisados sugerindo que dietas com baixo teor de gordura podem produzir perda de peso (CHAO, QUIGLEY, WADDEN, 2021).

Existe grande variedade de padrões alimentares que podem ser usados como intervenção para doenças crônicas e controle da obesidade. Cada tipo se concentra em diferentes componentes da dieta para atingir os objetivos do paciente (VAJDI, FARHANGI, 2020). Em estudo desenvolvido por Johnson e colaboradores (2022) foram citadas três padrões: (i) dieta mediterrânea, que se baseia no consumo principalmente de plantas nativas e frutos do mar encontrados no mar circundante (URQUIAGA *et al.*, 2017; ALTOMARE *et al.*, 2013), (ii) dieta DASH, que se concentra na ingestão de alto teor de proteína, fibra e baixo teor de gordura com o intuito de diminuir a pressão arterial em indivíduos que sofrem com hipertensão (FILIPPOU *et al.*, 2020; CHALLA, AMEER, UPPALURI 2021; GUO *et al.*, 2021) e (iii) dieta de exclusão, que incluem dietas que restringem grupos alimentares inteiros, como por exemplo a dieta vegana, que restringe o consumo de animais e todos os produtos de origem animal (KEY, APPLEBY, ROSELL, 2006).

Vários estudos ilustram que a melhor prática nutricional é aquela que é sustentável a longo prazo. Portanto, uma mudança para o foco na qualidade da dieta com maior densidade de micronutrientes e consumo de alimentos ultraprocessados são fundamentais para alcançar saciedade, perda de peso e eventual manutenção do peso (JOHNSON *et al.*, 2022).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABULIZI N.; QUIN C.; BROWN K.; CHAN Y. K.; GILL S. K.; GIBSON D. L. **Gut Mucosal Proteins and Bacteriome Are Shaped by the Saturation Index of Dietary Lipids**. *Nutrients*. 2019 Feb 16;11(2):418
- AGUIR, L. M. S.; AQUINO, F. G. O Barú. 04 jul, 2006. .Citado por ARACAVA, K. K. **Extração de óleo de amêndoas de baru via solventes álcoois: avaliação da composição do óleo, das alterações proteicas e estudo da recuperação do solvente**, 2018. 23p. Tese de Doutorado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2018
- ALLAM-NDOUL, B.; CASTONGUAY-PARADIS, S.; VEILLEUX, A. **Gut Microbiota and Intestinal Trans-Epithelial Permeability**. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 21, n. 17, p. 6402, 2020.
- ALMEIDA, S. P. **Cerrado: aproveitamento alimentar**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998.188p.
- ALMEIDA, R. J. de. **Obesidade nos Corpos das Mulheres e os Olhares sobre os Discursos Medicalizantes**. 2013. Tese (Doutorado em Sociologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
- ALTOMARE, R.; CACCIABAUDO, F.; DAMIANO, G. et al. **The Mediterranean diet: a history of helth** *Iran J Public Health*, 42 (2013), pp. 449-457.
- ÁLVAREZ-CILLEROS, D.; RAMOS, S.; GOYA, L.; MARTÍN, M. A. **Colonic metabolites from flavanols stimulate nitric oxide production in human endothelial cells and protect against oxidative stress-induced toxicity and endothelial dysfunction**, *Food and Chemical Toxicology*, Volume 115, 2018, Pages 88-97,
- ALVES-SANTOS, A. M.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. **Barú (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review**, *NFS Journal*, Volume 24, 2021, pp. 26 – 36.
- ANGELLA, F. C. O. (2014). **Avaliação da atividade antioxidante em extratos de frutas típicas do Cerrado brasileiro** (Dissertação de mestrado). Universidade de São Paulo, São Carlos.
- ARACAVA, K. K. **Extração de óleo de amêndoas de baru via solventes álcoois: avaliação da composição do óleo, das alterações proteicas e estudo da recuperação do solvente**, 2018. 25p. Tese de Doutorado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP, 2018.
- ARAÚJO, A. C. F.; ROCHA, J. C.; PARAISO, A. F.; FERREIRA, A. V. M.; SANTOS, S. H. S.; DE PINHO, L. **Consumption of baru nuts (*Dipteryx alata*) in the treatment of obese mice** *Ciência Rural*, 47 (2) 2017, pp.2015-2018
- ARRUDA, M. B. **Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil: o caso do bioma Cerrado**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)- Universidade de Brasília. Instituto de Ciências Biológicas. Programa

de Pós Graduação em Ecologia. Brasília: 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA - ABESO. **Diretrizes Brasileiras de Obesidade**. São Paulo, SP, 2016.

BASTIAASSEN, T. F. S.; COWAN, C. S. M.; CLAEISSON, M. J.; DINAN, T. G.; CRYAN, J. F. **Making Sense of ... the Microbiome in Psychiatry**. Int J Neuropsychopharmacol. 2019 Jan 1;22(1):37-52.

BENTO, A. P.; COMINETTI, C.; SIMÕES FILHO, A.; NAVES, M. M. **Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study** Nutr Metab Cardiovasc Dis, 24 (2014), pp. 1330-1336.

BFG (The Brazil Flora Group) 2021. **Flora do Brasil 2020**. 1 – 28 pp. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://dSPACE.jbrj.gov.br/jspui/bitstream/doc/118/5/Flora%202020%20digital.pdf>>. Acessado em 10 de setembro 2022.

BLAAK, E. E.; CANFORA, E. E.; THEIS, S.; FROST, G.; GROEN, A. K.; MITHIEUX, G.; NAUTA, A.; SCOTT, K.; STAHL, B.; VAN HARSSELAAR, J.; VAN TOL, R.; VAUGHAN, E. E.; VERBEKE, K. **Short chain fatty acids in human gut and metabolic health**. Benef Microbes. 2020 Sep 1;11(5):411-455.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. **Características dos Frutos e Sementes de Quatro Procedências de *Dipteryx alata* Vogel – (Baru)**. Cerne, v. 6, n. 1, p. 9 – 18, 2000.

BOZZA, A. F. O. **Aproveitamento dos Frutos do Cerrado**. In: Simpósio Ambientalista Brasileiro no Cerrado, 10, 2004, Anais. Universidade Católica de Goiás, 2004.

BRAND-MILLER, J. C.; HOLT, S. H.; PAWLAK, D. B.; MCMILLAN, J. **Glycemic index and obesity** Am J Clin Nutr, 76 (2002), pp. 281S-285S

BRASIL. 2019 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-331-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view>>. Acessado em 29 de setembro 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cerrado**. Disponível em: <<http://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/cerrado>>. Acessado em 10 de setembro 2022.

BRITO, M. A. **Fotossociologia e Ecologia de População de *Dipteryx alata* Vogel- (Baru) em Área de Transição Cerrado Denso/Mata Estacional, Pirenópolis, Goiás**. 2004. 127p. Tese de Doutorado – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, 2004.

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUZA, E. C.; MAGALHAES, M. L.; NUNES, E. E. C.; FARIA, P. B.; FRANCO, M.; BOAS, E. V. B.V. **Effects of the drying process on the fatty acid content, phenolic profile, tocopherols and antioxidant activity of baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.)** Grasas Aceites, 71 (1) (2020), pp. 1 – 11.

- CARDOSO, B. R.; DUARTE, G. B. S.; REIS, B. Z.; COZZOLINO, S. M. F. **Brazil nuts: nutritional composition, health benefits and safety aspects** Food Res. Int., 100 (2017), pp. 9 – 18.
- CARRAZZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do baru**. 2 ed. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). Brasil, 2010.
- CARVALHO, M. C.; MARTINS, A. **A Obesidade como Objeto Complexo: uma abordagem filosófico-conceitual**. Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 09, n. 04, p. 1003-1013, 2004.
- CHALLA, H. J.; AMMER, M. A.; UPPALURI, K. R. **DASH Diet To Stop Hypertension StatPearls**, StatPearls Publishing, Treasure Island (FL) (2021)
- CHAO, A. M.; QUIGLEY, K. M.; WADDEN, T. A. **Dietary interventions for obesity: clinical and mechanistic findings**. J Clin Invest (2021), p. 131
- CHEN, L.; APPEL, L. J.; LORIA, C. et al. **Reduction in consumption of sugar-sweetened beverages is associated with weight loss: the PREMIER trial** Am J Clin Nutr, 89 (2009), pp. 1299-1306.
- COLLINS, S. M.; SURETTE, M.; BERICK, P. **The interplay between the intestinal microbiota and the brain**. Nat Rev Microbiol. 2012 Nov;10(11):735-42
- CÔRREA, 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.
- CORRÊA, G. C.; ROCHA, M. R.; NAVES, R. V. **Germinação de sementes emergência de plântulas de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nos Cerrados do Estado de Goiás**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 30, n. 2, p. 17-23, jul/dez. 2000.
- COUTINHO, W. F. (coord.). **Consenso Latino-Americano de Obesidade**. Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia, São Paulo, v. 43, n. 01, p. 21-67, 1999.
- CRYAN, J. F.; DINAN, T. G. **Mind-altering microorganisms: the impact of the gut microbiota on brain and behaviour**. Nat Rev Neurosci. 2012 Oct;13(10):701-12.
- CRYAN, J. F.; O'RIORDAN, K. J.; COWAN, C. S. M., SANDHU, K. V.; BASTIAANSSEN, T. F. S.; BOEHME, M.; CODAGNONE, M. G.; CUSSOTTO, S.; FULLING, C.; GOLUBEVA, A. V.; GUZZETTA, K. E.; JAGGAR, M.; LONG-SMITH, C. M.; LYTE, J. M.; MARTIN, J. A.; MOLINERO-PEREZ, A.; MOLONEY, G.; MORELLI, E.; MORILLAS, E.; O'CONNOR, R.; CRUZ-PEREIRA, J. S.; PETERSON V. L., REA K.; RITZ, N. L.; SHERWIN, E.; SPICHAK, S.; TEICHMAN, E. M.; VAN DE WOUW, M.; VENTURA-SILVA, A. P.; WALLACE-FITZSIMONS, S. E.; HYLAND, N.; CLARKE, G.; DINAN, T. G. **The Microbiota-Gut-Brain Axis**. Physiol Rev. 2019 Oct 1;99(4):1877-2013.
- CRUZ, K. S. **Isolamento, fracionamento e caracterização parcial das proteínas de amêndoas de baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2010. 103p. Dissertação de mestrado –

Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Unesp, 2010.

CRUZ, P. N. da.; GAMA, L. A.; AMÉRICO, M. F. PERTUZATTI, P. B. **Baru (*Dipteryx alata* Vogel) almond and dairy desserts with baru regulates gastrointestinal transit in rats** J. Food Process. Preserv. (11) 2019, p. 43.

DAHL, W. J.; STEWART, M. L. **Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: health implications of dietary fiber** J Acad Nutr Diet, 115 (2015), pp. 1861-1870.

DAM, R. M.; SEIDELL, J. C. **Carbohydrate intake and obesity** Eur J Clin Nutr, 61 (2007), pp. S75-S99.

DAVIS, L. M. G.; MARTÍNEZ, I.; WALTER, J.; GOIN, C.; HUTKIN, R. W. (2011). **Barcoded pyrosequencing reveals that consumption of galactooligosaccharides results in a highly specific bifidogenic response in humans.** *PLoS One* 6: e25200.

DEVILLARD, E.; MACINTOSH, F. M.; PAILLARD, D.; THMAS, N. A.; SHINGFIELD, K. J.; WALLACE, R. J. **Differences between human subjects in the composition of the faecal bacterial community and faecal metabolism of linoleic acid** 2009 Microbiology, V 155 N 2 P 513-520

DEVILLARD, E.; MACINTOSH, F. M, DUNCAN, S. H.; WALLACE, J. **Metabolism of Linoleic Acid by Human Gut Bacteria: Different Routes for Biosynthesis of Conjugated Linoleic Acid** 2007 Journal of Bacteriology P 2566-2570 V 189 N 6

DEVKOTA, S.; WANG, Y.; MUSCH, M. W.; LEONE, V.; FEHLNER-PEACH, H.; NADIMPALLI, A.; ANTONOPOULOS, D. A.; JABRI, B.; CHANG, E. B. **Dietary-fat-induced taurocholic acid promotes pathobiont expansion and colitis in $Il10^{-/-}$ mice.** *Nature*. 2012; 487:104–108.

DHILLON, J.; LI, Z.; ORTIZ, R. M. **Almond snacking for 8 wk increases alpha-diversity of the gastrointestinal microbiome and decreases bacteroides fragilis abundance compared with an isocaloric snack in college freshmen** Curr Dev Nutr, 3 (2019).

EARNEST, C. P.; MIKUS, R.; LEMIEUX, I.; ARSENAULT, J.; CHURCH, S. **Examination of encapsulated phytosterol ester supplementation on lipid indices associated with cardiovascular disease** Nutrition, 23 (2007), pp. 625-633

EBBELING, C. B.; FELDMAN, H. A.; STELTZ, S. K.; QUINN, N. L.; ROBINSON, L. M.; LUDWING, D. S. **Effects of sugar-sweetened, artificially sweetened, and unsweetened beverages on cardiometabolic risk factors, body composition, and sweet taste preference: a randomized controlled trial** J Am Heart Assoc, 9 (2020).

ELDALO, A. S. et al. **Use of Herbal Medicines in the Treatment of Obesity in Taif, Saudi Arabia.** Saudi journal of medicine & medical sciences, v.5, n.2, p. 149-154, 2017.

ESTEVEZ-PEDRO, M. N.; BORIM, T.; NAZATO, V. S.; SILVA, M. G.; LOPES, P. S.; DOS SANTOS, M. G.; BELO, C. A. D.; CARDOSO, C. R. P.; VARANDA, E. A.; GROppo, F. C.; GERENUTTI, M.; OSHIMA-FRANCO, Y. **In vitro and in vivo safety evaluation of *Dipteryx alata* Vogel extract** BMC Complement. Altern. Med., 12 (2012), p.9

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. **Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna** J Sci Food Agric, 90 (2010), pp. 1650-1655.

FERNANDES, D.; ALVES, A.; CASTRO, G.; JUNIOR, A. J.; NAVES, M. M.; **Effects of baru almond a Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress in vivo** J Food Res., 4 (4) 2015, p. 38.

FERNÁNDEZ-SANCHEZ, A.; MADRIGAL-SANTILLÁN, E.; BAUTISTA, M.; ESQUIVEL-SOTO, J.; MORALES-GONZÁLEZ, A.; DURANTE-MONTIEL, I.; SÁNCHEZ-RIVERA, G.; VALADEZ-VEJA, C.; MORALES-GONZÁLEZ, J. A. **Inflammation oxidative stress, and obesity** Int. J. Mol. Sci 2011, 12, 3117-3132

FERRAZ, E. M. **O Trabalho em Equipe e sua Importância no Tratamento da Obesidade – A Visão do Cirurgião.** In: XIMENES, E. G. (org.) Cirurgia da Obesidade: um enfoque psicológico. São Paulo: Santos Ed, p. 39-43, 2009.

FERRAZ, E. M.; ARRUDA, P. C. L.; FERRAZ, A. A. B.; ALBUQUERQUE, A. C.; LEÃO, C. S. **Tratamento cirúrgico da obesidade mórbida.** Rev. Col. Bras. Cir, Vol. 30 N 2:98-105, 2003.

FERRAZ, M.; PARRILHA, L. A. C.; MORAIS, M. S. D.; AMARAL FILHO, J.; COGO, J. C.; SANTOS, M. G. dos.; FRANCO, L. M.; GROppo, F. C.; PUEBLA, P.; SAN FELICIANO, A.; OSHIMA-FRANCO, Y. **The effect of lupane triterpenoids (*Dipteryx alata* Vogel) in the in vitro neuromuscular blockade and myotoxicity of two snake venoms** Curr. Org. Chem., 16 (22) 2012, pp.2717-2723

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, A. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVAS, M. M. **Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel (*Leguminosae papolinoideae*).** Cerne, v.4, n.1, p 73 – 87, 1998.

FILIPPOU, C. D.; TSIOUFIS, C. P.; THOMOPOULOS, C. G. et al. **Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet and blood pressure reduction in adults with and without hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials** Adv Nutr, 11 (2020), pp. 1150-1160.

FIORINI, A. M. R.; BARBALHO, S. M.; GUIGER, É. L.; OSHIWA, M.; MENDES, C. G. VIEITES, R. L.; CHIES, A. B.; OLIVEIRA, P. B. de.; SOUZA, M. D. S. S. de.; NICOLAU, C. C. T. ***Dipteryx alata* Vogel may improve lipid profile and atherogenic indices in wistar rats** *Dipteryx alata* and atherogenic indices J. Med. Food, 20 (11) 2017, pp. 1121-1126

FORESTER, S. C.; WATERHOUSE, A. L. **Gut metabolites of anthocyanins, gallic acid, 3-O-methylgallic acid, and 2,4,6-trihydroxybenzaldehyde inhibit cell proliferation of Caco-2 cells** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58 (2010), pp. 5320 – 5327.

FORSYTHE, P.; BIENENSTOCK, J.; KUNZE, W. A. **Vagal pathways for microbiome-brain-gut axis communication.** Adv Exp Med Biol. 2014;817:115-33.

FORZZA, R. C. et al (Org). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, volume 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRAGA, C. G.; CROFT, K. D.; KENNEDY, D. O.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. **The effects of polyphenols and other bioactives on human health.** Food Funct. 2019 Feb 20;10(2):514-528.

FREIRE, R. **Scientific evidence of diets for weight loss: different macronutrient composition, intermittent fasting, and popular diets.** Nutrition, 69 (2020), Article 110549

FULLING, C.; DINAN, T. G.; CRYAN, J. F. **Gut Microbe to Brain Signaling: What Happens in Vagus....** Neuron. 2019 Mar 20;101(6):998-1002.

GIBSON, G.R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P. D.; VERBEKE, K.; REID G. **Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.** Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2017 Aug;14(8):491-502.

GONÇALVES, T. O.; FILBIDO, G. S.; PINHEIRO, A. P. O.; PIERETI, P. D. P.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. ***in vitro* bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and boaiúva pulp and, macronutrients characterization** J. Food Compos. Anal., 86, 2020.

GORISSEN, L.; RAES, K.; WECKX, S.; DANNENBERGER, D.; LEROY, F.; DE VUYST, L.; DESMET, S. (2010) **Production of conjugated linoleic acid and conjugated linolenic acid isomers by Bifidobacterium species** Appl Microbiol Biotechnol 87 2257-2266

GOWD, V., BAO, T.; WANG, L.; HUANG, Y.; CHEN, S.; ZHENG, X.; CUI, S.; CHEIN, W. **Antioxidant and antidiabetic activity of blackberry after gastrointestinal digestion and human gut microbiota fermentation,** Food Chemistry, Volume 269, 2018, Pages 618-627.

GUO, W.; ZHU, S.; LI, S.; FENG, Y.; WU, H.; ZENG, M. **Microalgae polysaccharides ameliorates obesity in association with modulation of lipid metabolism and gut microbiota in high-fat-diet fed C57BL/6 mice,** International Journal of Biological Macromolecules, Volume 182, 2021, Pages 1371-1383

HALL, K. D.; GUO, J. **Obesity energetics: body weight regulation and effects of diet composition** Gastroenterology, 152 (2017)

HALPERN. Z. S. C.; RODRIGUES, M. D. B.; COSTA, R. F. **Determinantes Fisiológicos do Controle do Peso e do Appetite.** Revista de Psiquiatria Clínica, São Paulo, v. 31, n. 04, p. 150-153, 2004

HASANI-RANJBAR, S. et al. **A systematic review of the efficacy and safety of herbal medicines used in the treatment of obesity.** World Journal of Gastroenterology, v.15, n. 25, p. 3073, 2009.

HOLSCHER, H. D.; CAPORASO, J. G.; HOODA, S.; BRULC, J. M.; FAHEY, G. C.; SWANSON, K. S. **Fiber supplementation influences phylogenetic structure and functional capacity of the human intestinal microbiome: follow-up of a randomized**

controlled trial. Am J Clin Nutr. 2015 Jan;101(1):55-64.

HOLSCHER, H. D.; TAYLOR, A. M.; SWANSON, K. S.; NOVOTNY, J. A.; BAER, D. J. **Almond consumption and processing effects the composition of the gastrointestinal microbiota of healthy adult men and women: a randomized controlled trial** Nutrients, 10 (2018).

HU, F. B. **Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-related diseases** Obes Rev, 14 (2013), pp. 606-619.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2004. Disponível em <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>> Acesso em: 04 de setembro de 2022.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em <https://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas_e_sistema_costeiro_marinho_250mil.pdf> Acesso em: 28 de agosto de 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2019. **Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000**. Rio de Janeiro, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 168 p. (Relatórios metodológicos, v.45).

JOHNSON, D.; TOH, S. K. C.; CAMPBELL, M. J. **Combination of APACHE-II score and an obesity score (APACHE-O) for the prediction of severe acute pancreatitis**, Pancreatology, Volume 4, Issue 1, 2004, Pages 1-6

JOHNSON, O.; GERALD, L. B.; HARVEY, J.; ROY, G.; HAZUCHA, H.; LARGE, C.; BURKE, A.; MCCORMACK, M.; WISE, R. A.; HOLBROOK, J. T.; DIXON, A. E. **An Online Weight Loss Intervention for People with Obesity and Poorly Controlled Asthma**, The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice, Volume 10, Issue 6, 2022, Pages 1577-1586

JOVANOVSKI, E.; MAZHAR, N.; KOMISHON, A.; et al. **Can dietary viscous fiber affect body weight independently of an energy-restrictive diet? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials** Am J Clin Nutr, 111 (2020), pp. 471-485.

JUNQUEIRA, D. R.; FAVARO, S. P. **Caracterização físico-química e processamento de castanhas de baru (*Dipteryx alata* Vog.)** In: Encontro de iniciação científica da Universidade Católica Dom Bosco.2004, Campos Grande, p.27, Anais. 2004.

KEY, T. J.; APPLEBY, P. N.; ROSSEL, M. S. **Health effects of vegetarian and vegan diets** Proc Nutr Soc, 65 (2006), pp. 35-41.

KOH, A.; BACKHED, F. **From Association to Causality: the Role of the Gut Microbiota and Its Functional Products on Host Metabolism**. Mol Cell. 2020 May 21;78(4):584-596.

KOSTOVCIKOVA, K.; COUFAL, S.; GALANOVA, N.; FAJSTOVA, A.; HUDOVIC, T.; KOSTOVCKI, M.; PROCHAZKOVA, P.; JIRASKOVA ZAKOSTELSKA, Z.; CERMAKOVA M.; SEDIVA, B.; KUZMA, M.; TLASKALOVA-HOGENOVA, H.; KVERKA, M. **Diet Rich in Animal Protein Promotes Pro-inflammatory Macrophage**

Response and Exacerbates Colitis in Mice. Front Immunol. 2019 Apr 26;10:919.

KROES, B. H.; VAN DEN BERG, A. J. J.; QUARLES VAN UFFORD, H. C.; VAN DIJK, H.; LABADIE, R. P. **Anti-inflammatory activity of gallic acid** Planta Medica, 58 (1992), pp. 499 – 504.

LAHSEN, M., et al. **Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado at our peril.** Environment: Science and Policy for Sustainable Development. V. 58, n. 6, 2016.

LEÃO, J. M. et al. **Motivational stages to behavioral change in beginners of weight loss treatment.** J. Bras. Psiquiatr., v. 64, n. 2, p. 107-114, 2015.

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

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

LI, J.; ARMSTRONG, C. L. H.; CAMPBELL, W. W. **Effects of dietary protein source and quantity during weight loss on appetite, energy expenditure, and cardio-metabolic responses.** Nutrients, 8 (2016), p. 63.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da. **Recursos Hídricos do Bioma Cerrado: Importância e situação.** Capítulo 4. In: SANO, S. M; ALMEIDA, S. P; RIBEIRO, J. F. (Eds.) Cerrado: Ecologia e Flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

LIMA, D.C.; ALVES, M. R.; NOGUEIRA, N. H.; NASCIMENTO, R. P. do. **A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential,** Future Foods, v.5, 2022.

LIU, R. H.; LIU, J.; CHEN, B. **Apples prevent mammary tumors in rats** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (2005), pp. 2341 – 2343.

LUI, J. P. et al. **Chinese herbal medicines for type 2 diabetes mellitus.** Cochrane Database Syst Rev., n. 3, p. CD003642, 2004.

LONG-SMITH, C.; O'RIORDAN, K. J.; CLARKE, G.; STANTON, C.; DINAN, T. G.; CRYAN, J. F. **Microbiota-Gut-Brain Axis: New Therapeutic Opportunities.** Annu Rev Pharmacol Toxicol. 2020 Jan 6; 60:477-502

LU, Z.; NIE, G.; BELTON, P. S.; TANG, H.; ZHAO, B. **Structure-activity relationship analysis of antioxidant ability and neuroprotective effect of gallic acid derivatives** Neurochemistry International, 48 (4) (2006), pp. 263 – 274.

MAGKOS, F. **The role of dietary protein in obesity.** Rev Endocr Metab Disord, 21 (2020), pp. 329-340.

MARTINS, B. A. **Desenvolvimento Tecnológico para o Aprimoramento de Processamento de Polpa e Amêndoa de Baru.** 2010. 208p. Tese (Doutorado) -Faculdade

de Engenharia de Alimentos, Unicamp, 2010.

MARTÍNEZ, I.; KIM, J.; DUFFY, P. R.; SCHLEGEL, V. L.; WALTER, J. (2010). **Resistant starches types 2 and 4 have differential effects on the composition of the fecal microbiota in human subjects.** *PLoS One* 5: e15046.

MELANSON, K. J.; ANGELOPOULOS, T. J.; NGUYEN, V. T.; et al. **Consumption of whole-grain cereals during weight loss: effects on dietary, quality, dietary fiber, magnesium, vitamin B-6, and obesity.** *J Am Diet Assoc*, 106 (2006) pp. 1380-1388.

MENDONÇA, K.; MARCHINI, L. C.; SOUZA, B. D. A.; ALMEIDA-ANACLETO, D. D.; MORETI, A. C. D. C. C. (2008). **Caracterização físico-química de amostras de méis produzidas por *Apis mellifera* L. em fragmento de cerrado no município de Itirapina, São Paulo.** *Ciência Rural*, 38, 1748-1753.

MIKETINAS, D. C.; BRAY, G. A.; BEYL, R. A.; RYAN, D. H.; SACKS, F. M.; CHAMPAGNE, C. M. **Fiber intake predicts weight loss and dietary adherence in adults consuming calorie-restricted diets: the POUNDS Lost (Preventing Overweight Using Novel Dietary Strategies) Study** *J Nutr*, 149 (2019), pp. 1742-1748

MORZELLE, M. C., BACHIEGA, P., SOUZA, E. C., VILAS BOAS, E. V. B., & LAMOUNIER, M. L. (2015). **Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do Cerrado brasileiro.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37 (1), 96-103.

MOSZAK, M.; SZULINSKA, M.; BOGDANSKI, P. **You Are What You Eat-The Relationship between Diet, Microbiota, and Metabolic Disorders-A Review.** *Nutrients*. 2020 Apr 15;12(4):1096.

MURALIDHARAN, J.; GALIÈ, S.; HERNÁNDEZ-ALONSO, P.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J. **Plant-Based Fat, Dietary Patterns Rich in Vegetable Fat and Gut Microbiota Modulation** 2019

NIKI, E. **Role of vitamin E as a lipid-soluble peroxy radical scavenger: invitro and in vivo evidence.** *Free Radical Biology & Medicine*, 66, 3 – 12.

NUNES, Â.; FAVARO, S.; MIRANDA, C.; NEVES, V. **Preparation and characterization of baru (*Dipteryx alata* Vog) nut protein isolate and comparison of its physiochemical properties with commercial animal and plant protein isolates.** *J Sci Food Agric*. MAR, N 8, V3, P 234 – 245, 2016.

OLIVEIRA-ALVES, S. C.; PEREIRA, R. S.; PEREIRA, A. B.; FERRERA, A.; MECHA, E.; SILVA, A. B.; SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. **Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect** *Food Res. Int.*, 131 (2020), Article 109026

OSADCHIY, V.; MARTIN, C. R.; MAYER, E. A. **The Gut-Brain Axis and the Microbiome: Mechanisms and Clinical Implications.** *Clin Gastroenterol Hepatol*. 2019 Jan;17(2):322-332

PHUNG, O. J.; MAKANJI, S. S.; WHITE, C. M.; COLEMAN, C. I. **Almonds have a**

neutral effect on serum lipid profiles: a meta-analysis of randomized trials Journal of American Dietetic Association, 109 (2009), pp. 865 – 873.

RALSTON, J. et al. **Time for a new obesity narrative.** The lancet. V. 392, n. 10156, p. 1384-1386, 2018.

RAYNOR, H. A.; CHAMPAGNE, C. M. **Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: interventions for the treatment of overweight and obesity in adults.** J Acad Nutr Diet, 116 (2016), pp. 129-147.

REEDY, T. C.; REDDY, D. B.; APARNA, A.; ARUNASREE, K. M.; GUPTA, G.; ACHARI, C.; REDDANNA, P. **Anti-leukemic effect of gallic acid on human leukemia K562 cells: Downregulation of COX-2, inhibition of BCR/ABL kinase and NF-B inactivation** Toxicology in Vitro, 26 (2012), pp. 396 – 405.

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

REIS, M. Á.; NOVAES, R. D.; BAGGIO, S. R.; VIANA, A. L. M.; SALLES, B. C. C.; DUARTE, S. M. D. S.; RODRIGUES, M. R.; PAULA, F. B. D. A. **Hepatoprotective and antioxidante activities of oil from baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a preclinical model of lipotoxicity and dyslipidemia** Evid. Based Complement. Alternat. Med., 2018.

REIS, V. B. S. X.; CAMPOS, A. J.; ARAUJO, K. K. S.; MELO, P. C.; REIS, J. L. **Evaluation of uncooked baru almonds stored in different packages,** Revista de Ciências Agrárias 2019, 42 (2) 539-546.

RHEE, S. H.; POTHOUKAKIS, C.; MAYER, E. A. **Principles and clinical implications of the brain-gut-enteric microbiota axis.** Nat Rev Gastroenterol Hepatol. 2009;6(5):306–314

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M.T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. De; RIBEIRO, J. F. (Ed.) Cerrado: ecologia e flora v. 2. Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. 876 p.

RIBEIRO, T.; FUMAGALLI, M. C.; VALADARES, D.; FRANCA, J.; LAGE, P.; DUARTE, M.; ANDRADE, P.; MARTINS, V.; COSTA, L.; ARRUDA, A.; FARACO, A.; COELHO, E.; CASTILHO, R. **Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants** Exp. Parasitol, 143 (1) 2014, pp. 60-68

RINNIELLA, E.; CINTINI, M.; RAOUL, P.; LOPETUSO, L. R.; SCALDAFERRI, F.; PULCINI, G.; MIGGIANO, G. A. D.; GASBARRINI, A.; MELE, M. C. **Food Components and Dietary Habits: Keys for a Healthy Gut Microbiota Composition.** Nutrients. 2019 Oct 7;11(10):2393.

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

ROCHFORT, S.; PANOZZO, J. **Phytochemicals for health, the role of pulses** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55 (2007), pp. 7981 – 7994.

ROLLS, B. J. **Dietary energy density: applying behavioural science to weight management** Nutr Bull, 42 (3) (2017), pp. 246-253.

ROUND, J. L.; MAZMANIAN, S. K. **The gut microbiota shapes intestinal immune responses during health and disease.** Nat Rev Immunol. 2009 May;9(5):313-23.

ROWLAND, I.; GIBSON, G.; HEIKEN, A.; SCOTT, K.; SWANN, J.; THIELE, I.; TUOHY, K. **Gut microbiota functions: metabolism of nutrients and other food components.** Eur J Nutr. 2018 Feb;57(1):1-24.

ROY, T.; HASE, E. M.; HUL, M. V.; PAQUOT, A.; PELICAEN, R.; REGNIER, M. et al. **Dysosmobacter welbionis is a newly isolated human commensal bacterium preventing diet-induced obesity and metabolic disorders in mice** Gut, 71 (3) (2022), pp. 534-543.

RUAN, W.; ENGEVIK, M. A.; SPNILER, J. K.; VERSALOVIC, J. **Healthy Human Gastrointestinal Microbiome: Composition and Function After a Decade of Exploration.** Dig Dis Sci. 2020 Mar;65(3):695-705.

RYAN, P. M.; DELZENNE, N. M. Chapter 18 – **Gut Microbiota and Metabolism**, Editor (s): Niall Hyland, Catherine Stanton, The Gut-Brain Axis, Academic Press, 2016, pp. 391 – 401.

SÁNCHEZ-TAPIA, M.; TOVAR, A. R.; TORRES, N. **Diet as Regulator of Gut Microbiota and its Role in Health and Disease.** Arch Med Res. 2019 Jul;50(5):259-268.

SANTOS, F. O. **Atividades Biológicas de *Anacardium Occidentale* (Linn).** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como uma das exigências do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, para obtenção do Título de Mestre. 2011.

SCHINCAGLIA, R. M.; CUPPARI, L.; NERI, H. F. S.; CINTRA, D. E.; SANT'ANA, M. R.; MOTA, J. F. **Effects of baru almond oil (*Dipteryx alata* Vog.) supplementation on body composition, inflammation, oxidative stress, lipid profile, and plasma fatty acids of hemodialysis patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial** Complement. Ther. Med., 52 (2020), Article 102479

SCHINCAGLIA, R. M.; PIMENTEL, G. D.; PEIXOTO, M. D. R. G.; CUPPARI, L.; MOTA, J. F. **The effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond oil on markers of bowel habits in hemodialysis patients** Evid. Based Complement. Alternat. Med., 2021

SEID, H.; ROSENBAUM, M. **Low carbohydrate and low-fat diets: what we don't know and why we should know it** Nutrients, 11 (2019), p. 2749.

SEO, D.; HOLTZMAN, D. M. **Gut Microbiota: From the Forgotten Organ to a Potential Key Player in the Pathology of Alzheimer's Disease**, The Journals of Gerontology: Series A, Volume 75, Issue 7, July 2020, Pages 1232–1241

SFAR, S.; BOUSSOFFARA, R.; SFAR, M. T.; KERKENI, A. **Antioxidant enzymes activities in obese Tunisian children.** Nutr. J. 2013, 12,18.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento** (6th ed.) Publisher Federal University of Santa Catarina – Brasil Florianópolis (2007).

SIMÕES, C. D. **Effect of Diet on the Human Large Intestinal Microbiota**. *Nutricias*, Porto, n. 23, p. 20-23, dez. 2014

SIQUEIRA, E. M. A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. S. B.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. **Consumption of baru seeds (*Dipteryx alata* Vog.), a Brazilian savana nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats** *Food Res Int*, 45 (2012), pp. 427-433

SOBAL, J.; MAURER, D. **Interpreting Weight: The Social Management of Fatness and Thinness**. New York: Aldine de Gruyter, 1999, 264 p.

SODERHOLM, A. T. & PEDICORD, V. A. (2019). **Intestinal epithelial cells: at the interface of the microbiota and mucosal immunity**. *Immunology*, 158 (4), 267-280.

SOUZA, R. G. M de., GOMES, A. C.; NAVARRO, A. M.; CUNHA, L. C. da.; SILVA, M. A. C.; JUNIOR, F. B.; MOTA, J. F. **Baru almonds increase the activity of glutathione peroxidase in overweight and obese women: a randomized, placebo-controlled trial** *Nutrients*, 11 (8) 2019.

SOUZA, R. G. M. de; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. **A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial** *Nutrition*, 55-56 (2018), pp. 154-160

SOUZA, R. G.M. de; GOMES, A. C.; NAVARRO, A. M.; DA CUNHA, L. C.; SILVA, M. A. C.; JUNIOR, F. B.; MOTA, J. F. **Baru almonds increase the activity of glutathione peroxidase in overweight and obese women: a randomized, placebo-controlled trial** *Nutrients*, 11 (8) 2019.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. **Chemical composition of seeds and oil of baru (*Dipteryx alata* Vog.) native from Pirenópolis, State of Goiás, Brazil**, *Rev. Inst. Adolfo Lutz*, 60 (2001), pp. 113-117.

URQUIAGA, I.; ECHEVERRÍA, G.; DUSSAILLANT, C.; RIGOTTI, A. **[Origin, components and mechanisms of action of the Mediterranean diet]** *Rev Med Chil*, 145 (2017), pp. 85-95.

VAJDI, M.; FARHANGI, M. A. **A systematic review of the association between dietary patterns and health-related quality of life** *Health Qual Life Outcomes*, 18 (2020), p. 337.

VAN HORN, L.; MC COIN, M.; KRIS-ETHERTON, P.; BURKE, F.; CARSON, J.; CHAMPAGNE, C. **The evidence for dietary prevention and treatment of cardiovascular disease** *Journal of the American Dietetic Association*, 108 (2008), pp. 287 – 331.

VAN TREUREN, W.; DODD, D. **Microbial Contribution to the Human Metabolome: Implications for Health and Disease**. *Annu Rev Pathol*. 2020 Jan 24;15:345-369.

VINOGRADOV, S.; WEI, X. **Cancer stem and drug resistance: the potential of nanomedicine** *Nanomedicine (Lond)*, 7 (4) 2012, p. 597.

WESTERTERP-PLANTENGA, M.; LMMENS, S.; WESTERTERP, K. (2012). **Dietary protein – its role in satiety, energetics, weight loss and health.** *British Journal of Nutrition*, 108 (S2) S105-S112.

WHO, **Obesity and overweight: World health organization** (2021). Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> Acessado em 30 de outubro de 2022.

WHO. World Health Organization. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry.** WHO Obesity Technical Report Series, Geneva. n. 854, 1995.

WILLEMS, A. E. M.; SURA-DE-JONG, M.; VAN BEEK, A. P.; NEDERHOF, E.; VAN DIJK, G. **Effects of macronutrients intake in obesity: a meta-analysis of low carbohydrate and low-fat diets on markers of the metabolic syndrome** *Nutr Rev*, 79 (2021), pp. 429-444.

YANG, F.; CHEIN, G.; MA, M.; QUI, N.; ZHU, L.; LI, J. **Fatty acids modulate the expression levels of key proteins for cholesterol absorption in Caco-2 monolayer** *Lipids Health Dis*, 17 (2018), p. 23.

YANG, Q.; LIANG, Q.; BALAKRISHNAN, B.; BELOBRAIDIC, D. P.; FENG, Q. J.; ZHANG, W. **Role of Dietary Nutrients in the Modulation of Gut Microbiota: A Narrative Review.** *Nutrients*. 2020 Jan 31;12(2):381

YATES-DOERR, E. **The weight of Obesity.** California: University of California Press, 2015.

YE, L.; LIDDLE, R. A. **Gastrointestinal hormones and the gut connectome.** *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2017 Feb;24(1):9-14

YOSHII, K.; HOSOMI, K.; SAWANE, K.; KUNISAWA, J. **Metabolism of Dietary and Microbial Vitamin B Family in the Regulation of Host Immunity.** *Front Nutr*. 2019 Apr 17; 6:48.

6. CAPÍTULO II - A ingestão de uma porção de baru diariamente promove modificações na microbiota intestinal de indivíduos obesos: um estudo piloto

Stephani Borges Campos¹, Daiane Costa dos Santos², Josemar Gonçalves de Oliveira Filho³, Mariana Buranelo Egea¹

¹ Goiano Federal Institute of Education, Science, and Technology, Campus Rio Verde, Rodovia Sul Goiana, Km 01, Rural Area, 75901-970, Rio Verde, Goiás, Brazil. E-mail:

² Goiás Federal University (UFG), Institute of Tropical Pathology and Public Health, IPTSP - UFG, Street 235, s/n - East University Sector, CEP 74605-450, Goiânia, GO, Brazil. E-mail daianesantos-rv@hotmail.com

³ São Paulo State University (UNESP), School of Pharmaceutical Sciences, Araraquara, Brazil. E-mail: Josemar.gooliver@gmail.com,

*Corresponding author: Goiano Federal Institute of Education, Science and Technology, Campus Rio Verde, Rod. Sul Goiana, Km 01, Cx Postal 66, CEP: 75901-970, Rio Verde, GO, Brazil. Phone no.: +55 64 3620 5600; email address:

mariana.egea@ifgoiano.edu.br

Resumo

O Cerrado brasileiro é um bioma rico em biodiversidade vegetal, enfatizando as classes de frutos, com características sensoriais próprias e com alta qualidade nutricional. O baru, *Dipteryx alata* Vog., é um dos frutos que vem chamando a atenção de pesquisadores por suas características. O fruto do baru tem em seu interior uma semente, amêndoa de baru, comestível, de sabor agradável, semelhante ao amendoim, com rico teor de lipídios, proteínas, carboidratos, fibras e micronutrientes (minerais e vitaminas). Devido aos seus teores de carotenoides, compostos fenólicos e taninos, a amêndoa de baru possui capacidade antioxidante que é associado a prevenção ou ao tratamento de doenças que envolvem o estresse oxidativo. O objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar o efeito do consumo regular de amêndoa de baru sobre os marcadores bioquímicos, antropométricos, nutricionais e da composição da microbiota intestinal com obesidade durante 60 dias. Foi realizado um ensaio clínico de 60 dias com 15 indivíduos com obesidade. Os participantes foram orientados a consumir ao longo do dia uma porção de 20 gramas de amêndoa de baru. A composição corporal foi avaliada por antropometria. Pressão arterial, níveis de glicose, perfil lipídico, insulina, ferro sérico, hemograma e a composição da microbiota foram determinados no início e no final do estudo. Neste estudo piloto, o consumo da amêndoa demonstrou poder auxiliar no tratamento da obesidade, melhorando os níveis de colesterol-HDL, e diminuindo os níveis do colesterol total e da fração do colesterol de baixa densidade (LDL). O consumo da amêndoa de baru também foi capaz de aumentar o número de espécies de bactérias que compõe a microbiota intestinal, além de diminuir a relação *Firmicutes/Bacteroidetes*.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* Vog., perfil lipídico, microbioma, obesidade.

6.1. Introdução

O último relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) destaca a obesidade como problema de saúde pública. Estima-se, mundialmente que 13% dos adultos tenham obesidade (WHO, 2021). Indivíduos com obesidade têm mais chances de desenvolver síndrome metabólica e seus componentes, incluindo dislipidemia, hiperglicemia e hipertensão (FRUH, 2017). Uma dieta de baixa qualidade caracterizada por alimentos ricos em calorias e pobres em nutrientes é fator de risco bem conhecido para o ganho de gordura corporal e o desenvolvimento da obesidade (HRUBY, HU, 2015). Embora vários agentes farmacológicos e suplementos tenham sido desenvolvidos, as modificações dietéticas continuam sendo a principal abordagem para o controle do peso e redução do risco de anormalidades metabólicas em obesos (ESLAMI *et al.*, 2022). A evidência atual recomenda que mudar para dietas de baixa densidade energética com alta densidade de nutrientes é uma das abordagens dietéticas mais viáveis no controle da obesidade (SMETHERS, ROLLS, 2018). Isso geralmente pode ser alcançado adotando uma dieta altamente carregada com alimentos vegetais de baixa energia e rico em nutriente, incluindo grãos integrais, frutas, vegetais sem amido e leguminosas, bem como algumas fontes de origem animal, como proteínas magras e baixo teor de amido (ROLLS, 2017).

As nozes, de maneira geral, compreendem 13 a 76 g de ácidos graxos totais por 100 g. Devido ao seu alto teor de gordura, elas se enquadram na categoria de alimentos densos em energia (SOUZA *et al.*, 2015). No entanto, as nozes são alimentos ricos em nutrientes, pois são fontes ricas de nutrientes cardioprotetores, incluindo ácidos graxos insaturados, proteínas vegetais, fibras, vitamina E, magnésio, potássio, zinco e selênio, bem como vários compostos bioativos, como ácidos fenólicos e carotenoides (SOUZA *et al.*, 2015). Estudos observacionais mostram que a ingestão de nozes está inversamente associada ao risco de síndrome metabólica e seus componentes (HASSANNEJAD *et al.*, 2019; HOSSEINPOUR-NIAZI *et al.*, 2017; JACELDO-SIEGL *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2018; O'NEIL, FULGONI, NICKLAS, 2015).

A semente do baru é um tipo de amêndoa bastante consumida pela população da região do Cerrado, *in natura*, torrada e na forma de farinha, utilizada na preparação de diversos pratos, servindo de inspiração para a gastronomia (SANTOS *et al.*, 2012). As amêndoas de baru, apresentam valores baixos de umidade, elevados teores de

proteínas e de lipídios, altas concentrações de ácidos graxos insaturados, macronutrientes (potássio, fosforo e enxofre) e micronutrientes (ferro) (VERA *et al.*, 2009; SILVÉRIO *et al.*, 2013). O consumo de amêndoas, no geral, tem sido associado a melhor controle de peso, benefícios cardiometabólicos para a saúde (BERRYMAN *et al.*, 2015) e redução do risco de diabetes tipo 2 (HOU *et al.*, 2018).

Esses efeitos parecem surgir da redução nos mediadores de doenças crônicas, incluindo dano oxidativo (JENKINS *et al.*, 2006), inflamação (RAJARAM, CONNELL, SABATE 2010), adiposidade visceral e hiperglicemia (JENKINS *et al.*, 2006, JOSSE *et al.*, 2007, TAN & MATTES, 2013, BERRYMAN *et al.*, 2015, DHILLON *et al.*, 2018). O consumo regular de amêndoas por adultos com glicose plasmática em jejum elevada ou diabetes tipo 2 demonstrou melhorar a regulação da glicose no sangue (HOU *et al.*, 2018) e reduzir a relação colesterol total/colesterol de lipoproteína de alta densidade em mulheres (BOWEN *et al.*, 2019). É possível que esses efeitos sejam, em parte, ligados aos efeitos fisiológicos diretos dos nutrientes e compostos bioativos das amêndoas (MUSA-VELOSO *et al.*, 2016) que incluem, ácidos graxos, fitosteróis, minerais e vitaminas, que podem modular a absorção e os níveis circulantes de colesterol (EARNEST *et al.*, 2007, YANG *et al.* 2018).

Além disso, os componentes de nozes, que são os mesmos das amêndoas, foram considerados substratos prebióticos para o microbioma intestinal (LAMUEL-RAVENTOS E ONGE, 2017). A microbiota intestinal exerce ações fundamentais nos processos de digestão e absorção de nutrientes, síntese de vitaminas, metabolização de xenobióticos, proteção contra bactérias patogênicas, homeostase do epitélio intestinal, entre outras (JANDHYALA *et al.*, 2015). Em troca, o organismo fornece nutrientes utilizados pelas bactérias para respiração celular, produção de energia, transferência e armazenamento de elétrons, garantindo seu crescimento e sobrevivência (LOPEZ E SKAAR, 2018). A relação microbiota-hospedeiro em homeostase é nomeada simbiose e tem sido associada com a promoção ou reestabelecimento da saúde intestinal, possivelmente reduzindo o risco de desenvolvimento e/ou auxiliando no tratamento de doenças (OTTMAN *et al.*, 2012; AZIZ *et al.*, 2013; CANFORA *et al.*, 2019; FRANZOSA *et al.*, 2019).

Alves *et al.* (2023) desenvolveu uma pesquisa que avaliou o efeito da polpa de baru na microbiota intestinal *in vitro*, observando ao final da fermentação aumento na abundância relativa de *Lactobacillus-Enterococcus*, *Bifidobacterium* e *Bacteroides-Prevotella*, os dois primeiros grupos são os principais alvos dos prebióticos na

microbiota intestinal humana (GIBSON *et al.*, 2017) e relacionados a vários efeitos benéficos na saúde intestinal humana (CUNNINGHAM *et al.*, 2021). Além disso, esses gêneros bacterianos possuem mecanismos inibitórios contra bactérias potencialmente patogênicas, como produção de lactato e SFCA e competição por nutrientes (VIECO-SAIZ *et al.*, 2019).

Os efeitos mediados pelo microbioma intestinal podem estar envolvidos no mecanismo de ação para estes benefícios. Foi demonstrado que o consumo de amêndoas altera a composição da microbiota fecal e promove biossíntese bacteriana de compostos bioativos benéficos em adultos saudáveis (HOLSCHER *et al.*, 2018, DHILLON, LI, ORTIZ, 2019). Especificamente, o alto teor de fibra das amêndoas suporta a produção de ácidos graxos de cadeia curta por meio da fermentação bacteriana no cólon (MANDALAR *et al.*, 2008). Ácidos graxos de cadeia curta podem contribuir para a regulação de muitos aspectos da fisiologia local e sistêmica, incluindo resposta glicêmica, metabolismo de triglicerídeos (MARCIL *et al.*, 2003; ALVARO *et al.*, 2008; MCNELIS *et al.*, 2015), captação de energia (ANASTASOVSKA *et al.*, 2012), manutenção da função de barreira intestinal (WANG *et al.*, 2012) e pode mitigar a expressão de mediadores pró-inflamatórios que estão implicados em distúrbios metabólicos (LIU *et al.*, 2017, VINOLO *et al.*, 2011).

Outros constituintes da amêndoa, incluindo o polifenol e proantocianidina (GU *et al.*, 2004), foram associados com redução do pH fecal e alterações na abundância de membros da microbiota intestinal (YAMAKOSHI *et al.*, 2001, CUEVA *et al.*, 2013), sendo que ambos são importantes nos produtos da fermentação microbiana incluindo butirato e propionato (WALKER *et al.*, 2005, ILHAN *et al.*, 2017).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do consumo regular da amêndoa de baru sobre os marcadores antropométricos, nutricionais, bioquímicos e da microbiota intestinal de indivíduos obesos.

6.2. METODOLOGIA

6.2.1 Material vegetal

As amêndoas de baru foram obtidas de uma cooperativa localizada na cidade de Caiapônia no estado de Goiás no mês novembro de 2021. Foram entregues em sacos plásticos e armazenadas em geladeira, temperatura entre 2 e 8°C no Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

As amêndoas foram torradas em forno convencional a 140°C por 30 minutos para inativar os fatores antinutricionais (TOGASHI, SGARBIERI, 1994). Após a torra, as amêndoas foram resfriadas em temperatura ambiente, sobre uma bancada coberta por tecido para evitar contato com insetos. Depois de totalmente frias, as amêndoas foram pesadas (20 g) e armazenadas em embalagem laminada a vácuo (Figura 6).

Figura 4: a) Porção de 20 g de amêndoa de baru. b) Embalagem laminada a vácuo.



Fonte: arquivo pessoal.

6.2.2. Caracterização da matéria-prima

6.2.2.1. Características químicas das amêndoas de baru

A análise de composição proximal realizadas nas amêndoas de baru foram: teores de umidade (n° 968.11), cinzas (n° 94546) e proteínas (n° 99120) utilizando métodos oficiais descrito na AOAC (2000). Brevemente, o teor de umidade foi determinado pela perda de massa por secagem em estufa a 105°C seguido de

resfriamento em dessecador. Para determinação do teor de cinzas a amostra foi incinerada em forno mufla a 500°C e o calor produzido promoveu a destruição total da matéria orgânica promovendo a quantificação de cinzas; o teor de proteínas foi avaliado pelo método de Kjeldahl e utilizou-se o fator de conversão de nitrogênio total em proteína de 5,18 para amêndoa. Para quantificação do teor de lipídios foi utilizado a metodologia de extração direta em Soxhlet com solvente orgânico, hexano, que apresenta alta capacidade de extração e boa miscibilidade em óleos (LI *et al.*, 2014). O teor de carboidratos foi obtido calculado por diferença usando a equação 1.

$$\text{Carboidrato (g/100 g)} = 100 - (\text{lipídios} + \text{proteínas} + \text{cinzas})$$

(Equação 1)

A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método AOAC 985.29 (enzimático-gravimétrico). Segundo este método, os duplicados de cada amostra seca e triturada (com teor de gordura <10%) são submetidos a digestão enzimática, com o objetivo de promover a hidrólise do amido através da α -amilase, na etapa seguinte à hidrólise da proteína pela ação da protease e, por último à hidrólise da amilose por adição da amiloglicosidase. A fibra solúvel é precipitada com etanol 95%. O resíduo total é filtrado e sucessivamente lavado com etanol 78%, etanol 95% e acetona. Após secagem o resíduo é pesado. Um dos duplicados é usado para a determinação da proteína e o outro para determinação da cinza.

Para determinação do pH foi utilizado pHmêtro de bancada previamente calibrado com soluções tampão padrões pH = 4 e pH= 7. A acidez titulável foi determinada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, utilizando 2 gotas de fenolftaleína a 1% como indicador de ponto de viragem de cor segundo a metodologia descrita em AOAC (2000) sendo o resultado calculado utilizando a equação 2 e o valor dado em g/100g.

$$\text{Acidez titulável (g/100 g)} = \frac{V \times F \times 100}{P \times C}$$

(Equação 2)

sendo V é número de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M gasto na titulação, F é o fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 ou 0,01 M, P é o número de gramas da amostra usada na titulação e C é correção para solução de NaOH 1 M, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para solução NaOH 0,01 M.

Os minerais nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, cobre, zinco e bário foram determinados por espectrometria de absorção atômica com chama (AOAC, 2000).

A composição de ácidos graxos da amostra de 20 g de amêndoa de baru foi determinada pelo método 996.06 (AOAC, 2000). O método envolve hidrólise de uma amostra triturada, extração de gordura em solvente de dietil e éter de petróleo, evaporação dos solventes, metilação da gordura extraída e quantificação de ácidos graxos por cromatografia gasosa. Utilizou-se o cromatógrafo GCROM Geração 8000 (Intecrom, São Paulo, Brasil, com temperatura de trabalho ambiente de 300°C, equipado com detector de ionização de chamas (CG-FDI). Empregou-se coluna Coluna DB-23 (AGILENT, Santa Clara, Califórnia, Estados Unidos).

6.2.2.2. Características microbiológicas das amêndoas de baru

As análises microbiológicas das amêndoas de baru foram realizadas conforme os procedimentos descritos pela normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019. Foram realizados os testes microbiológicos para *Echerichia coli*/g, *Salmonella* sp/25g e bolores e leveduras/g em conformidade com a RDC nº 331 de 23 de dezembro de 2019 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária para microrganismos contaminantes (BRASIL, 2019). Alíquotas de 25 g de cada amostra foram assepticamente pesadas em sacos plásticos estéreis e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% esterilizada. Diluições decimais a partir da diluição 10^{-1} foram preparadas em tubos contendo 9,0 mL de água peptonada 0,1%. Mésófilos aeróbicos, bolores e leveduras, coliformes totais, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. foram quantificadas por Placa Petrifilm™ (3M Company, St. Paul, MN, EUA). As placas foram inoculadas com alíquotas de 1,0 mL das diferentes diluições preparadas segundo instruções do fabricante.

6.2.3 Protocolo da pesquisa

6.2.3.1 Sujeitos participantes da pesquisa

Tratou-se de um estudo experimental sobre a intervenção realizada em indivíduos de ambos os sexos com obesidade. O presente estudo por se tratar de estudos em humanos foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do

Instituto Federal Goiano, com o CAAE 54903521.0.0000.0036 e número do parecer 5.284.781. O recrutamento dos voluntários foi realizado na Faculdade Quirinópolis FAQUI (Quirinópolis, Goiás). Total de 23 participantes, sendo 6 do sexo masculino e 17 do sexo feminino foram selecionados considerando os critérios de inclusão: não possuírem alergias ou intolerâncias alimentares ou de qualquer outra natureza, que não apresentavam doença gastrointestinal, cardiovascular, que não estavam utilizando suplementos e antibióticos, tabagismo, álcool, drogas e pessoas com histórico de abuso ou tenham qualquer outro agravante que os impeçam de ingerir a amêndoa de baru.

Após o convite inicial, os voluntários foram convidados a participar de uma reunião individual com os pesquisadores responsáveis, para apontar os objetivos do estudo, a metodologia utilizada, os riscos e benefícios da pesquisa e todos os direitos do indivíduo em abandonar o estudo a qualquer momento caso não quisessem mais continuar ou quando se sentissem prejudicados. Os voluntários também foram orientados a notificar o pesquisador caso tivessem o aparecimento de alguma intercorrência quanto à pesquisa, e, após todos os esclarecimentos da execução da pesquisa disponibilizou-se aos participantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a assinatura.

Dentro do grupo convidado, os pesquisadores realizaram pré-avaliação para selecionar indivíduos com obesidade, ou seja, com o IMC entre 30,0 e 34,9 Kg/m². Além disso, nessa seleção foram verificadas também critérios físicos, como capacidade de deglutição, avaliações antropométricas para avaliar ou eliminar os riscos relacionados a doenças crônicas, hipertensão com base nos valores de referência recomendado pela Diretriz Brasileira de Hipertensão maior do que 140 mmHg, diabetes definido pelo valor da glicemia de jejum entre o valor normal <110 mg/dL, avaliação dos relatos de reações alérgicas após observar lesões teciduais ou percepções olfatórias quando acometido por alérgenos, avaliação da frequência cardíaca (60 a 100 min), e frequência respiratória > 25 respirações por minuto, mapeamento da família no intuito de eliminar qualquer interferência quanto às doenças geneticamente transmitidas. Os participantes foram interrogados quanto aos usos de drogas abusivas ou substâncias químicas que possa interferir no resultado da pesquisa, hábitos alimentares, etilismo, hábitos de higiene, relação com familiares, regularidade de atividade física na semana e o nível de estresse no trabalho e pessoal (TEIXEIRA, *et al.*, 2015, MALACHIAS *et al.*, 2016).

Do grupo de 23 participantes selecionados, 15 concluíram o estudo, seis

voluntários não compareceram na primeira reunião com os pesquisadores, uma engravidou e uma participante não compareceu no sexagésimo primeiro dia para avaliação antropométrica e avaliação bioquímica.

Os indivíduos que não foram incluídos no estudo foram instruídos quanto aos motivos, e sendo por motivo nutricional, esses indivíduos receberam informações sobre sua condição e orientações nutricionais da nutricionista responsável do projeto. Os participantes selecionados para a intervenção receberam instruções para evitar consumo de alimentos ricos em ácidos graxos mono e poli-insaturados por sete dias antes do início do estudo, de acordo com a lista de alimentos ricos nestes compostos, conforme Tabela 4.

Tabela 4: Alimentos ricos ácidos graxos mono e poli-insaturados que foram solicitados a serem retirados da dieta por 7 dias antes da primeira intervenção.

Alimentos retirados da alimentação dos participantes	
Peixes de água profundas e frias	Atum
Crustáceos	Salmão
Óleo de soja	Arenque
Óleo de canola	Anchova
Óleo de girassol	Semente de Linhaça
Óleo de milho	Algas Marinhas
Azeite de oliva	Aveia
Óleo de semente de uva	Ervilha
Óleo de gergelim	Soja
Óleo de palma	Castanha de caju
Bacalhau	Castanha do Brasil
Agrião	Amendoim
Couve	Nozes
Alface	Pinhão
Espinafre	Amêndoa
Brócolis	Avelã
Rúcula	Abacate
Sardinha	Semente de Chia

Considerou-se como o primeiro dia da pesquisa o término do período de sete dias após a exclusão de alimentos com alto teor de ácidos graxos, em que os participantes foram submetidos a exames bioquímicos, coleta de fezes para a avaliação da microbiota intestinal, antropométricos e avaliação dietética e logo após, e disponibilizou-se o primeiro sachê com porção de 20 g de amêndoa de baru torrada para ingestão no mesmo dia. Os participantes foram instruídos a ingerir 20 g de

amêndoa de baru diariamente, ao longo do dia por 60 dias consecutivos. No 61º dia do estudo, os indivíduos foram avaliados quanto ao perfil antropométrico, bioquímico, dietético e avaliação da microbiota.

A avaliação dietética através do registro alimentar transcorria a cada sete dias, por formulário entregue pessoalmente pela pesquisadora para preenchimento pelos participantes. A avaliação dietética usando o recordatório de 24 horas sucedeu duas vezes no período da intervenção, sendo no primeiro e no sexagésimo primeiro dia em avaliação com a nutricionista da equipe de pesquisa.

6.2.3.2 Avaliação antropométrica e dietética

A avaliação antropométrica e dietética (registro alimentar e recordatório de 24 horas) foi realizada pela nutricionista (M.Sc. Daiane Costa dos Santos, CRN 8932), membro desta equipe no primeiro e último dia do estudo, a pesquisadora utilizou álcool em gel entre cada participante que avaliou e permaneceu de máscara todo o período das avaliações. O local utilizado para as avaliações foi o laboratório de semiologia da Faculdade Quirinópolis (FAQUI) na cidade de Quirinópolis. Todas estas avaliações foram realizadas em salas individuais a fim de diminuir o constrangimento para os indivíduos da pesquisa.

Para avaliação antropométrica foi mensurado a estatura e a massa do corpo. O índice de massa corporal foi estimado a partir da massa do corpo e da estatura, conforme a relação $\text{massa (em kg)} / \text{estatura (em metros)}^2$. Para a análise da composição corporal foi utilizado o aparelho de bioimpedância modelo HBF-514 C (Omron, Kyoto, Japão). Os participantes foram orientados a permanecerem antes da avaliação, 24 horas sem ingestão de álcool e em jejum alimentar por no mínimo de 3 horas. Na avaliação, os participantes foram orientados a vestir roupas leves, posicionados em pé segurando o aparelho com as mãos esticadas para frente na altura do peitoral. Este procedimento é usado para medir a resistência elétrica dos tecidos através do envio de uma corrente elétrica baixa que não é perceptível ao indivíduo. O dispositivo funciona com a Bia (análise de impedância bioelétrica) e determina a quantidade de gordura corporal e a porcentagem que corresponde ao peso total do corpo. A altura foi obtida utilizando um estadiômetro com o indivíduo descalço, ereto com o peso igualmente distribuído entre os pés, os braços estendidos ao longo do corpo

e calcanhares juntos.

Para avaliação da circunferência abdominal foi utilizado os critérios propostos pela OMS (2003), e a aferição foi realizada com paciente após a expiração, na sua curvatura natural, no ponto médio entre a décima costela e a crista ilíaca, ou seja, dois dedos acima do umbigo, e com a blusa/camiseta levantada (CALLAWAY *et al.*, 1988). Os dados foram coletados utilizando ficha específica conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário de avaliação antropométrica.

1) IDENTIFICAÇÃO:								
Nome: _____								
Data de nascimento: _____ Idade: _____ Sexo: _____ Cor: _____								
2) AVALIAÇÃO NUTRICIONAL:								
TABELA 1: Antropometria								
Data de Coleta								
Peso (Kg)								
Altura (m)								
IMC (Kg/m ²)								
Circunferência Cintura (cm)								
Circunferência abdominal								
% gordura corporal								
% massa magra								
Gordura visceral								
Idade corporal								
TABELA 2: Exame Físico								
Data								
Edema								
Hipotrofia de massa magra/gorda								
Língua despilada								
Mucosas descoradas								
Palidez cutânea								
Sinais de desidratação								
Outros								

Para ingestão energética e proteica foi utilizado o método recordatório de 24 h (Quadro 2), repetido duas vezes durante o estudo, sendo no primeiro dia (realizado presencialmente juntamente com as demais coletas), e no último dia (realizado presencialmente juntamente com as demais coletas), visando a coleta de dados relacionados ao consumo alimentar. O R24h é a quantificação do consumo alimentar

nas 24 horas anteriores ou durante o dia anterior, por meio de entrevista feita por profissional capacitado (WILLETT, 1998). É um método que descreve grande variedade de alimentos, e pode ser utilizado para a comparação da média da ingestão de nutrientes e energia de diferentes populações (BUZZARD, 1998).

Quadro 2: Recordatório de 24 horas realizado com os indivíduos da pesquisa.

1) IDENTIFICAÇÃO:			
Nome: _____			
Recordatório de 24horas:			
Horário	Refeição	Alimentos	Quantidade

Foi utilizado também o registro alimentar que recolhe informações sobre a ingestão atual de um indivíduo. Nesse método, o indivíduo ou a pessoa responsável anota, em formulários especialmente desenhados, todos os alimentos e as bebidas consumidos ao longo de um ou mais dias, devendo anotar também os alimentos consumidos fora do lar (Quadro 3). O registro alimentar foi realizado uma vez por semana totalizando 8 vezes nos 60 dias de ingestão de amêndoa do baru. Este

questionário foi entregue pessoalmente pela pesquisadora juntamente com os sachês de amêndoa de baru semanalmente. Este método é muito utilizado em estudos epidemiológicos (SLATER *et al.*, 2003).

Pode não se obter informações totalmente confiáveis do registro alimentar de ingestão absoluta e relativa de macronutrientes pois a quantificação é pouco exata e requer a memória de hábitos do passado, os participantes foram orientados a registrarem em um dia específico da semana e entregarem semanalmente a equipe de pesquisadores. Os dados obtidos foram convertidos para gramas e transformados em calorias para os macronutrientes (carboidratos, proteínas, fibras e lipídeos) e quantificados os micronutrientes (cálcio, ferro, vitamina C, vitamina E, ácido fólico e selênio) foram determinados através do programa software Avanutri versão 4.0.

Quadro 3: Ficha de Registro alimentar.

Relatório de Registro Alimentar		
NOME _____		
DATA ____/____/____ DIA DA SEMANA _____		
REFEIÇÃO: <u>Desjejum</u> HORA: _____ LOCAL: _____		
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação
REFEIÇÃO: <u>Colação</u> HORA: _____ LOCAL: _____		
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação
REFEIÇÃO: <u>Almoço</u> HORA: _____ LOCAL: _____		
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação
REFEIÇÃO: <u>Lanche Tarde</u> HORA: _____ LOCAL: _____		
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação

REFEIÇÃO: Jantar		HORA:	LOCAL:
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REFEIÇÃO: Ceia		HORA:	LOCAL:
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REFEIÇÃO: Lanche Extra 1		HORA:	LOCAL:
ALIMENTOS INGERIDOS	QTD (Med. Caseiras)	Aceitação	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6.2.3.3. Avaliação bioquímica dos participantes

As avaliações dietéticas (recordatório 24 horas e registro alimentar) são métodos de avaliação de participantes de pesquisa subjetivos. Para análise de avaliação do real estado nutricional dos indivíduos utilizou-se a coleta sanguínea para realização de exames. O *Food and Drug Administration* (FDA), órgão americano equivalente a Agência Nacional de Vigilância Sanitária no Brasil, utiliza-se de pesquisas com marcadores nutricionais para avaliar a medida dos efeitos de determinados alimentos ou suplementos. Para isso, exames hematológicos, bioquímicos e hormonais foram realizados pela manhã em jejum alimentar de 12 horas no 1º e 61º dia da pesquisa.

A coleta sanguínea ocorreu no laboratório de semiologia da Faculdade Quirinópolis - FAQUI por uma biomédica habilitada e participante da equipe (Stéphani Borges Campos, Conselho Regional de Biomedicina CRBM - 5376) que atendeu os critérios de boas práticas preconizada pela RDC N° 302 de 13 de outubro de 2005 para a coleta sanguínea (BRASIL, 2005).

Após a obtenção de todas as amostras de cada participante, elas foram colocadas em caixa isopor e térmica com gelo seco para o transporte do material até o laboratório de análises clínicas BioAnálise (Quirinópolis, Goiás) e foram realizadas as análises: hemograma completo para avaliar a parte hematopoiética composto por leucócitos (neutrófilo, linfócitos, eosinófilo, monócitos e basófilos), eritrócitos, índices hematimétricos e plaquetas; colesterol total (CT) e as frações lipídicas (lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL), lipoproteína de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de alta densidade (HDL)), triglicerídeos (TG), glicose de jejum,

insulina basal e ferro sérico.

A análise do material sanguíneo para determinação dos valores do hemograma foi realizada em equipamento Icounter 5D (Diagon, Belo Horizonte, Brasil) para realização da contagem de plaquetas, leucócitos totais e diferenciais (neutrófilo, linfócito, basófilo, eosinófilo, monócitos), análise dos índices hemantimétricos que são parâmetros de avaliação das hemácias no que diz respeito ao tamanho destas células e a distribuição da hemoglobina nestas, sendo importantes para a classificação das anemias. Esse equipamento utiliza o método de citometria de fluxo combinado com dispersão de laser triangular e marcação citoquímica para determinação do diferencial de leucócitos, o método de impedância elétrica para determinação da contagem de RBC (Contagem Total de Eritrócitos) e PLT (Contagem Óptica de Plaquetas), e o método colorimétrico sem cianeto para determinação da hemoglobina. Após a análise pelo equipamento, caso alguma alteração de valores fosse detectada, utilizou-se o esfregaço sanguíneo para visualização microscópica, para a contagem diferencial das células brancas e para observação das formas das hemácias, utilizando o contador de células sanguíneas modelo CCS01 marca KACIL (produzido por KACIL indústria e comércio LTDA, Recife, Brasil).

Para a análise do colesterol total, HDL, triglicérides e glicose foi utilizado o aparelho A15 Biosystems (Biosystem, Recife, PE, Brasil). Esse equipamento utiliza o método enzimático automatizado, a metodologia enzimática confere maior especificidade à determinação do analito. Para determinação das frações do colesterol (LDL, VLDL) empregou-se a fórmula de Friedewald (Equação 3), para determinação do ferro sérico foi utilizado o método colorimétrico, baseado na comparação de cor produzida pela reação química ou mais especificamente, à faixa de comprimento de uma cor, com base em uma cor padrão.

$$[LDL] = (CT - HDL) - VLDL (TG/5) \quad (\text{Equação 3})$$

sendo LDL é o colesterol de baixa densidade, CT é o colesterol total, HDL corresponde ao colesterol de alta densidade, VLDL, colesterol de muito baixa densidade e TG é o valor dos triglicérides.

Para realização da dosagem de insulina basal a amostra de sangue foi colhida em tubo com gel separador, centrifugada por 10 minutos a 3.500 rotação por minuto

(rpm) em centrífuga marca Combate Celm fabricada no Brasil e transportada a temperatura de 2 a 8°C até o laboratório de apoio Álvaro. A amostra de soro foi analisada pelo aparelho Cobas® 8000 (Roche, Mannheim, Alemanha) que utiliza o método de eletroquimioluminescência. O método envolve reações de transferência de um elétron na superfície de um eletrodo com geração de composto instável que emite um fóton de luz. Ocorre como reação de oxidação-redução em ciclo. O sistema mais utilizado envolve aplicação de voltagem em um eletrodo na presença de um luminóforo eletroquimioluminescente como o rutênio em presença de tripropilamina.

6.2.4. Análises de dados coletados

Os dados foram expressos como média \pm desvio padrão. A normalidade da distribuição avaliada pelo teste Shapiro–Wilk. Para as comparações as medidas repetidas da massa corporal, ingestão calórica, eficiência alimentar submeteu-as ao teste One Way-ANOVA seguido pelo teste Friedman e Fisher (LSD) para as amostras que apresentarem diferença significativa ($p < 0,05$). Todos os dados foram analisados usando o software Sisvar®. As análises microbiológicas foram realizadas em triplicata para mesófilos aeróbios, bolores e leveduras, coliformes totais, *Escheriachia coli* e *Salmonella* sp quantificadas por Placas Petrifilm™ (3M Company, St. Paul, MN, EUA) e os valores expressos em média.

7.RESULTADOS

7.1. Avaliação da amêndoa de baru

7.1.2. Avaliações químicas da amêndoa de baru

A composição proximal da amêndoa de baru foi realizada com a finalidade de caracterização das amêndoas de baru. Os resultados destas análises estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Composição química da amêndoa de baru (*Dipteryx Alata* Vog.).

Análises	Média ± Desvio padrão	Valor de referência
Acidez total titulável (%)	4,14 ± 0,003	5,85 ¹
pH	6,63 ± 0,05	6,0 a 7,11 ²
Umidade (g/100g)	5,62 ± 0,01	5,59 ³
Cinzas (g/100g)	3,25 ± 0,25	3,10 ¹
Proteínas (g/100g)	25,25 ± 0,54	19 a 36 ⁴
Lipídeos (g/100g)	27,01 ± 1,77	32,59 ⁵
Carboidratos (g/100g)	53,9 ± 2,06	29,5 ⁶
Fibra bruta (%)	4,06 ± 0,38	9,21 ¹¹
Ácido palmítico (g/100)	7,47 ± 0,16	7,40 ⁷
Ácido esteárico (g/100)	5,65 ± 0,09	5,4 ⁸
Ácido oleico (g/100)	54,21 ± 0,13	51,45 ⁹
Ácido linoleico (g/100)	32,68 ± 0,09	31,70 ¹⁰
Fósforo (mg/g)	10,7 ± 0,45	8,30 ¹¹
Potássio (mg/g)	27,2 ± 0	18,10 ⁵
Cálcio (mg/g)	18,4 ± 0,25	14,0 ⁸
Magnésio (mg/g)	4,7 ± 0	2,16 ¹²
Enxofre (mg/g)	2,0 ± 0	3,19 ¹²
Zinco (µg/g)	74,2 ± 0,65	22,65 ¹²
Manganês (µg/g)	57,5 ± 0,05	20,05 ¹²
Ferro (µg/g)	104 ± 0,35	95,35 ¹²
Cobre (µg/g)	42,1 ± 0	9,60 ¹²

¹(FRAGUAS *et al.*, 2014); ²(REIS *et al.*, 2019); ³(LIMA *et al.*, 2022); ⁴(EGEA E TAKEUCHI, 2020); ⁵(CAMPIDELLI *et al.*, 2019); ⁶(GONÇALVES *et al.*, 2020); ⁷(VALLILO *et al.*, 1990); ⁸(TAKEMOTO *et al.*, 2001); ⁹(ALVES *et al.*; 2016); ¹⁰(TOGASHI E SGARBIERI, 1994); ¹¹(SOUSA *et al.*, 2011); ¹²(LIMA *et al.*, 2021).

O teor de água (umidade) de um alimento está relacionado com sua estabilidade, qualidade e composição, podendo afetar a estocagem, a embalagem necessária a sua conservação e o tipo de processamento utilizado. Em geral, os grãos e as amêndoas apresentam teores baixos de umidade (VERA, 2007). Teores baixo de umidade caracterizam produtos com maior vida de prateleira (PEREDA *et al.*, 2005). Porém a amêndoa do baru é rica em lipídeos, alimentos com baixa atividade de água e elevados teores de lipídios são fortes candidatos a rancidez.

Alimentos com elevados teores de lipídios são mais perecíveis, principalmente, à ocorrência de processos oxidativos (oxidação enzimática, foto-oxidação e auto-oxidação) aos quais os óleos são expostos (SILVA, ASCHERI E SOUZA, 2010). A magnitude de processos oxidativos depende de fatores do próprio alimento, teor de água e constituintes lipídicos, e das condições de processamento e armazenamento, como sua exposição a atmosfera gasosa e à luz (TABEE, *et al.*, 2008). Segundo Waraho, McClements e Decker (2011), alguns componentes presentes no alimento, como ácidos graxos livres e fosfolipídios podem aumentar as taxas de oxidação lipídica, mas por outro lado as proteínas são capazes de inibir a oxidação lipídica.

No presente trabalho, a amêndoa de baru apresentou a média de teor de proteína de 25,25 g/100 g, valor próximo ao revisado por Egea & Takeuchi (2019) (19 a 36 g/100 g) e Lima *et al.* (2022) (19,72 a 30,0 g/100 g) para amêndoa de baru. O teor de proteína levantado foi próximo ao de Campedelli *et al.* (2019) para amêndoa de baru (22,96 e 24,23 g/100 g em 65 e 105° C, respectivamente), e De Pilli *et al.* (2018) para farinha de amêndoa extrusada (22,24 g/100 g). Quando comparada com castanha do Brasil, pinhão, noz-pecã e avelãs, que possuem 16,30, 13,0, 9,0 e 14,5 g/100 g de proteínas, respectivamente (FREITAS *et al.*, 2008; YANG *et al.*, 2013). Amêndoas de diferentes localizações podem apresentar variações em sua composição nutricional, característica de plantas não domésticas como frutas do Cerrado do Brasil (EGEA & TAKEUCHI, 2019). Veganos, vegetarianos e não carnívoros têm consumido a amêndoa de baru como suplemento alimentar por seu alto teor proteico (SOUSA *et al.*, 2011).

O teor de lipídios observado nas amêndoas de baru foi de 27,01 g/100 g que foi menor que o relatado por Lima *et al.* (2021) (41,69 g/100 g), por Egea & Takeuchi (2019) (31 – 42 g/100g) e por Lima *et al.* (2022) (40,6 a 41,9 g/100 g), e próximo ao relatado por Campidelli *et al.* (2019) (32,59 g/100 g e 34,16 g/100 g) para amêndoas de baru submetidas a 65 e 105°C por 30 minutos, respectivamente. Essa diferença entre os resultados de lipídios pode ser parcialmente explicada pelo método, os solventes e a temperatura escolhidos para a extração de lipídios (BRUM, ARRUDA, REGITANO-D'ARCE, 2009).

Visto que a amêndoa de baru apresenta teor de lipídios significativo, ao relacionar este parâmetro com a Ingestão Diária Recomendada (IDR), a amêndoa oferta média de 50% do mesmo, através do consumo de 100 g (CAMPIDELLI *et al.*, 2019). Considerando que a amêndoa de baru possui média de 80% de lipídios

insaturados (LEMONS *et al.* 2016), o consumo desta amêndoa pode trazer benefícios em diferentes distúrbios metabólicos (HERBELLO-HERMELO *et al.*, 2018). Porém a amêndoa de baru diferente da castanha do Brasil, não possui valor máximo tolerável para micronutriente, como o selênio por exemplo, que se consumido acima de 400 µg/dia pode ocasionar efeitos tóxicos à saúde, como, unhas quebradiças, queda de cabelo, lesões na palma das mãos, pés, nuca, cotovelos e pernas, transtornos gastrointestinais, neurológicos, síndrome do estresse respiratório, infarto agudo do miocárdio e falência de rins (PASSOS *et al.*, 2005; THOMSON, 2011; ROCHA, 2015; MOMČILOVIĆ *et al.*, 2016).

A RDC nº 54 de novembro de 2012 preconiza o consumo de alimentos ricos em fibras (6 g de fibra por 100 g ou 100 ml em pratos preparados ou 5 g de fibra por porção) (BRASIL, 2012). De acordo com a legislação brasileira, a amêndoa de baru apresenta alto teor de fibra alimentar. Ressalta-se que a maior parte da fibra alimentar da amêndoa de baru é do tipo insolúvel (FERNANDES, 2011). O conteúdo de fibras insolúveis reforça o uso potencial dessa amêndoa, sobretudo por causa dos efeitos fisiológicos desse tipo de fibra, como o aumento do volume fecal e redução do tempo de trânsito intestinal, dentre outros, o que é relevante na prevenção e tratamento de várias doenças (ROBERFROID *et al.*, 2010).

O teor de cinza do presente trabalho (3,25 g/100 g) foi semelhante ao revisado por Egea e Takeuchi (2019) que relatou 3,07 g/100 g. Já no estudo de Campidelli *et al.* (2019) os valores encontrados de cinzas foram inferiores, 1,73 g/100 g, diferindo do trabalho de Fraguas *et al.* (2014) que obtiveram em seu estudo para amêndoa de baru liofilizada o valor de 2,73 g/100 g e torrada o teor de 2,65 g/100 g.

O teor de carboidratos levantado no presente trabalho (53,9 g/100 g) foi maior que os evidenciados em estudos anteriores, pode estar relacionado com a forma como foi obtido, diferença de cinza, umidade, proteína e lipídios pela diferença de 100. Como apresentado no estudo de Alves-Santos *et al.* (2021), pode haver diferença de 12,25 a 37,13 g/100 g para amêndoas de baru que não foram submetidas a torra, e de 11,0 a 29,4 g/100 g para amêndoas de baru torradas.

A ingestão de minerais é de grande importância para alimentação saudável, uma vez que funcionam como precursores do bom funcionamento do metabolismo (DAMODARAN & PARKIN, 2010). A amêndoa de baru apresentou alta densidade em nutrientes, sobretudo em relação a alguns minerais com atividade antioxidante

(FERNANDES, 2011), como potássio, magnésio e ferro, além de quantidades consideráveis de cálcio e zinco (Tabela 4). Houve grande variação na concentração mineral comparado com os estudos já reportados: valores de 3,0 mg/100 g (SIQUEIRA *et al.*, 2015) a 19,8 mg/100 g (VERA *et al.*, 2009) para ferro; valores de 82 mg/100 g (VALLILO *et al.*, 1990) a 300 mg/100g (VERA *et al.*, 2009) para cálcio; valores de 1,04 mg/100 g (VALLILO *et al.*, 1990) a 6,74 mg/100 g (FERNANDES *et al.*, 2015) para zinco foram reportados.

Entre os minerais relacionados à deficiência no consumo humano estão ferro, cálcio, fósforo, zinco e magnésio (FAO & WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998). O ferro está envolvido no processo de transportador de gases, liga-se ao oxigênio e o leva até os tecidos através da hemoglobina. A ingestão do cálcio ajuda a diminuir a reabsorção óssea, que tem grande responsabilidade pela osteoporose em mulheres. O zinco é relevante para saúde uma vez que este mineral atua como antioxidante, sendo eficiente na redução do dano oxidativo (PRASAD *et al.*, 2007). Além disso, o zinco participa da degradação de carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, além de desempenhar papel central no sistema imunológico, afetando aspectos da imunidade celular e humoral (FAO & WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998). O magnésio é um cofator de muitas enzimas envolvidas no metabolismo energético, síntese de proteínas, síntese de RNA e DNA.

O potássio tem grande relevância visto que sua elevada ingestão relaciona-se com o controle da pressão sistólica e diastólica em indivíduos com hipertensão e não hipertensos. A ingestão de potássio tem sido um método de prevenção de doenças cardiometabólicas e diabetes mellitus do tipo 2 (IPI, 2013).

7.1.3. Avaliação microbiológica da amêndoa de baru

Para a avaliação microbiológica foi utilizada a metodologia de contagem em placas. Por este método amostras de alimentos são homogeneizadas, diluídas em série, em diluentes apropriados, plaqueadas com ou sobre meio de ágar apropriado e incubadas, após todas as colônias visíveis são contadas (SILVA, 2002).

As alíquotas de 25 g de cada amostra assepticamente pesada em sacos plásticos estéreis e homogeneizadas com 225 mL de água peptonada 0,1% esterilizada. Diluições decimais a partir da diluição 10^{-1} foram preparadas em tubos contendo 9,0 mL de água peptonada 0,1%. Mesófilas aeróbicas, bolores e leveduras, coliformes

totais, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp. foram quantificados por Placa Petrifilm™ (3M Company, St. Paul, MN, EUA). As placas foram incubadas com alíquotas de 1,0 mL das diferentes diluições, preparadas seguindo as instruções do fabricante.

Os resultados da análise microbiológica das amêndoas de baru demonstraram valores para *Escherichia coli*, coliformes fecais, fungos e leveduras <10 UFC/g, *Salmonella* sp. ausente e média de $1,3 \pm 2,65$ mesófilos aeróbios.

Tendo em vista os valores estabelecidos pela instrução normativa 60 de 23 de dezembro de 2019 em conformidade com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 331 de 23 de dezembro de 2019, verificou-se que todas as amostras analisadas se encontravam satisfatórias em termos de bactérias mesófilas aeróbicas (valores de UFC/g $\leq 10^4$). Quanto aos bolores e leveduras, todas as amostras apresentaram-se satisfatórias, as que os valores de UFC/g podem situar entre 10^2 e 10^5 para levedura e 10^2 a 10^3 UFG/g para bolores. Em relação aos coliformes totais, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp. todas as análises apresentaram-se satisfatórias, uma vez que os valores de UFC/g foram ≤ 10 para as duas primeiras e ausente para a terceira.

7.2. Avaliação da ingestão de amêndoa de baru em indivíduos com obesidade

7.2.1. Avaliação dos parâmetros antropométricos e dietéticos dos participantes

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) aumentaram nos últimos anos sendo consideradas uma das principais causas de mortalidade do Brasil, além da perda de qualidade de vida, provocando impactos econômicos para famílias e até para o país a nível de saúde pública (MALTA *et al.*, 2017). A obesidade é uma DCNT definida pelo excesso de gordura corporal decorrente do desequilíbrio prolongado entre o consumo alimentar e o gasto energético. Sua causa é multifatorial e está ligada a fatores genéticos, ambientais, comportamentais e socioculturais (SARTURI *et al.*, 2010; PINHO *et al.*, 2013; GARIBALDE *et al.*, 2014).

Há clara correlação descrita por estudos epidemiológicos entre obesidade e risco de doenças cardiovasculares e outros distúrbios, como hipertensão, diabetes mellitus e dislipidemias (WITECK *et al.*, 2010). Além disso, pessoas obesas apresentam maior chance de desenvolver outros problemas de saúde, como alguns tipos de câncer, apneia, problemas respiratórios, osteoartrite, problemas emocionais entre outros (LYZNICKI *et al.*, 2001; CASTILLO-MARTINEZ *et al.*, 2003). Essas doenças representam causas importantes de morbimortalidade além de resultarem em

elevados custos sociais e econômicos, decorrentes de hospitalizações e aposentadorias (WITECK *et al.*, 2010).

A obesidade é um tema constante na literatura atual, em razão do aumento exponencial da prevalência desta condição em todas as classes da sociedade (RODRIGUES, 2017). Estudos epidemiológicos no Brasil e no mundo direcionam para importantes modificações demográficas e socioeconômicas na estrutura etária, nos padrões de atividade física e no comportamento alimentar ocorridas nos últimos anos (SARTURI *et al.*, 2010).

Diante do aumento da gravidade para a saúde, pesquisadores estudam mecanismos para prevenção destes danos e conseqüentemente maior longevidade de vida, portanto plantas com alegações de propriedades funcionais e/ou medicinais têm se destacado com a finalidade de comprovar os seus efeitos no quadro da saúde da população, visto que a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, regulamenta e publica suas resoluções determinando que, quando e como as chamadas drogas vegetais devem ser usadas (FLOR; BARBOSA, 2015).

Tendo em vista tais aspectos, 15 voluntários foram avaliados quanto aos parâmetros bioquímicos, nutricionais e da microbiota intestinal humana após o consumo de 20 g de amêndoa de baru por dia. Para obter a ingestão dietética do grupo, o registro alimentar e Recordatório de 24 horas foram utilizados. Na Tabela 6 estão apresentados os resultados médios obtidos com relação aos parâmetros antropométricos do grupo, antes e após a ingestão por 60 dias da amêndoa de baru e na Tabela 7 está representada a ingestão dietética dos participantes.

Tabela 6: Perfil antropométrico de participantes em obesidade no primeiro dia e após 60 dias de ingestão de 20 gramas de amêndoa de baru (n = 14, média ± SEM).

Idade (anos)		35,4 ± 8,51	
Parâmetros biofísicos	Início (0 dias)	Final (60 dias)	P-value
Peso (kg)	99,29 ± 18,76	99,05 ± 18,02	0,59
IMC (kg/m ²)	37,13 ± 6,01	36,21 ± 4,36	0,18
Massa magra (%)	22,11 ± 2,77	23,60 ± 4,22	0,79
Percentual de gordura (%)	47,97 ± 5,49	47,68 ± 5,20	0,18
Gordura absoluta (%)	47,24 ± 8,39	46,89 ± 8,41	0,29
Gordura visceral (%)	10,93 ± 4,54	10,71 ± 4,69	0,79
Circunferência da cintura (cm)	101,68 ± 15,79	101,35 ± 15,75	0,42
Circunferência abdominal (cm)	104,76 ± 11,98	104,30 ± 12,00	0,27

Dados paramétricos expressos como média ± DP. Valor do teste de normalidade (p < 0,005).

Tabela 7: Consumo energético alimentar de macro e micronutrientes encontrados na dieta de participantes com obesidade antes e após 60 dias de ingestão de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

Nutrientes	Registro alimentar								Média	%
	**1	*2	*3	*4	*5	*6	*7	**8		
Energia (Kcal)	1494,92 ± 918,81	1617,85 ± 815,94	1321,77 ± 842,90	1468,00 ± 842,90	1576,00 ± 880,52	1422,98 ± 437,65	1653,01 ± 715,91	1519,5 ± 526,16	1509,30 ± 107,89	-
Carboidratos (g)	159,98 ± 130,80	158,83 ± 94,85	147,85 ± 71,90	171,82 ± 116,81	193,77 ± 112,69	150,60 ± 48,50	180,49 ± 102,87	149,95 ± 76,28	164,16 ± 16,43	43,50
Proteína (g)	81,13 ± 69,38	98,39 ± 67,65	75,89 ± 45,36	87,50 ± 63,11	81,44 ± 53,79	83,47 ± 35,56	85,69 ± 36,65	81,91 ± 39,94	84,80 ± 6,50	22,47
Gordura total (g)	61,30 ± 48,62	358,11 ± 1136,02	66,56 ± 74,70	51,86 ± 27,53	53,91 ± 34,66	47,41 ± 19,59	62,69 ± 29,45	62,69 ± 29,90	95,57 ± 106,28	56,98
Fibra (g)	12,36 ± 12,76	12,69 ± 14,14	10,17 ± 4,62	10,47 ± 7,34	10,36 ± 7,93	11,83 ± 8,39	15,36 ± 26,16	8,99 ± 4,18	11,56 ± 10,69	-
Vitamina A (mg)	377,85 ± 734,10	1818,20 ± 6397,66	192,50 ± 132,12	258,77 ± 359,95	142,50 ± 137,90	299,18 ± 285,61	299,18 ± 285,61	198,40 ± 143,55	704,36 ± 2727,98	-
Cálcio (mg)	435,83 ± 384,16	419,25 ± 438,90	375,35 ± 387,00	344,22 ± 241,14	304,56 ± 213,07	374,42 ± 269,9	384,87 ± 169,30	463,87 ± 245,45	387,51 ± 51,06	-
Ferro (mg)	10,52 ± 8,97	8,95 ± 6,95	13,67 ± 25,72	8,24 ± 5,18	9,71 ± 6,11	18,53 ± 27,09	8,36 ± 5,20	23,91 ± 36,91	13,16 ± 12,13	-
Vitamina E (mg)	4,71 ± 3,63	4,57 ± 3,13	3,54 ± 3,31	3,15 ± 2,31	3,16 ± 2,95	4,26 ± 3,72	6,61 ± 6,14	10,68 ± 10,02	5,60 ± 4,40	-
Zinco (mg)	12,36 ± 14,15	12,78 ± 11,66	7,03 ± 2,80	8,44 ± 5,37	11,67 ± 9,15	12,48 ± 6,48	13,80 ± 6,46	12,14 ± 5,60	36,40 ± 15,40	-

*Valores obtidos por meio do Registro Alimentar.

**Valores obtidos pelo recordatório de 24 horas.

Observou-se sutil diferença após o consumo regular de 20 gramas de amêndoa de baru por 60 dias no peso dos participantes, no IMC, na porcentagem de gordura, na gordura visceral, na circunferência da cintura e na circunferência abdominal, além de discreto aumento da massa magra, sem diferença significativa entre o início e o final do experimento (Tabela 6). Visto que ao analisar a dieta dos participantes (Tabela 7) houve aumento das fontes nutricionais, como o valor energético e de lipídeos, além de redução dos teores de carboidratos e proteínas.

Sabe-se que as amêndoas compreendem de 43 a 76 g de ácidos graxos totais por 100 g (ESLAMI *et al.*, 2022), pelo seu alto teor de gordura, elas se enquadram na categoria de alimentos densos em energia fornecendo 553 a 718 Kcal/100g (SOUZA *et al.*, 2015). Apesar da alta densidade energética, no entanto, as nozes são alimentos ricos em nutrientes, pois são ricas fontes de ácidos graxos insaturados, proteínas vegetais, fibras, vitamina E, magnésio, potássio, zinco e selênio, além de vários compostos bioativos como ácidos fenólicos e carotenoides (SOUZA *et al.*, 2015). Segundo a Portaria nº 27/98 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Agricultura (BRASIL, 1998; IOM, 2002) as sementes comestíveis e a noz constituem alimentos ricos em zinco, satisfazem 30% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência por 100 g de alimento sólido. Uma porção de 20 g de amêndoa de baru tem em média, 12% da IDR para zinco, no presente trabalho foi possível observar aumento significativo na ingestão de zinco conforme Tabela 8.

O conteúdo de zinco nas amêndoas de baru é relevante para saúde, uma vez que este mineral atua como antioxidante, sendo eficiente na redução do dano oxidativo, como evidenciado por Prasad e colaboradores (2007). Estes autores avaliaram a suplementação de 45 mg de zinco por seis meses em indivíduos com idade entre 55 e 87 anos, observando redução dos níveis plasmáticos de malondialdeído e 8-hidroxi-2'-deoxiguanosina, que constituem marcadores importantes na avaliação da oxidação de lipídios e do dano oxidativo ao DNA, respectivamente.

A amêndoa de baru tem conteúdo considerável de vitamina E. O termo vitamina E constitui a denominação genérica de oito compostos lipossolúveis, com atividades biológicas específicas, sendo que, o α -tocoferol, possui maior atividade antioxidante *in vivo* (COZZOLINO, 2007). A vitamina E, também constitui um nutriente importante no sistema de defesa antioxidante do organismo, conferindo proteção contra a oxidação lipídica e estresse oxidativo, por meio da inativação de

radicais livres e espécies reativas de oxigênio (JORDÃO JÚNIOR *et al.* 1998). A absorção desta vitamina pode ser reduzida pelos ácidos graxos poli-insaturados, possivelmente porque podem ocorrer interações químicas entre tocoferóis e ácidos graxos poli-insaturados ou com os produtos da peroxidação lipídica destes no lúmen intestinal (COZZOLINO, 2007).

É possível que o alto teor de fibras e proteínas presentes nas amêndoas tenha aumentado a saciedade dos indivíduos, promovendo a redução da ingestão de outros alimentos e a manutenção da ingestão habitual de energia e peso corporal. Esses resultados estão de acordo com o estudo desenvolvido por Bento e colaboradores (2014) e com a revisão realizada por Mattes, Kris-Etherton e Foster (2008), que sugerem a ingestão de nozes, de um a seis meses, por não promover ganho de peso corporal.

Ao serem questionados sobre alterações no trânsito intestinal, 66,66% dos participantes relataram melhora quanto ao funcionamento do intestino e 100% disseram ter aumentado a saciedade após o consumo da amêndoa de baru. Sabe-se que a fibra alimentar, por sua resistência ao processo digestivo, exerce diversas ações que podem resultar em estímulo ao peristaltismo intestinal e à formação do bolo fecal, facilitando e melhorando o funcionamento do intestino (THOMSON *et al.*, 2001; THOMSON *et al.*, 2003). De acordo com Lawton *et al.*, (2000) o consumo de nozes pode suprimir o apetite por causa de seu conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados e fibra. Burton-Freeman *et al.*, (2005) avaliaram o efeito de quatro pré-cargas diferentes (shakes semissólidos contendo cártamo ou nozes moídas ou óleo de noz ou um controle com baixo teor de gordura) na saciedade em quatro sessões com intervalos de uma semana em comparação ao grupo controle, a saciedade foi significativamente maior após pré-cargas contendo cártamo ou nozes moídas.

O acúmulo de evidências de estudos observacionais mostrou que a ingestão de amêndoas está inversamente associada ao risco de síndrome metabólica e seus fatores de risco (JACELDO-SIEGL *et al.*, 2014; O'NEIL *et al.*, 2015; HOSSEINPOUR-NIAZE *et al.*, 2017; KIM *et al.*, 2018; HASSANNEJAD *et al.*, 2019). No entanto, a relação entre a ingestão de nozes e os resultados metabólicos em indivíduos com sobrepeso/obesidade é considerada complexa (ELMANI *et al.*, 2022). Em uma prospectiva de coorte de adultos saudáveis, a análise estratificada com base no índice de massa corporal revelou que a maior ingestão de nozes estava associada ao risco maior de incidência de diabetes tipo 2 em indivíduos com IMC ≥ 25 Kg/m² após 12

anos de seguimento, mas não em adultos com peso normal (HASSANNEJAD *et al.*, 2019). Em contraste, em outro estudo prospectivo com seguimento de 6 anos, a análise estratificada demonstrou associação inversa entre o consumo total de castanhas e o risco de síndrome metabólica em adultos com $IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2$, enquanto nenhuma associação foi encontrada para sujeitos com peso normal (HOSSEINPOUR-NIAZI *et al.*, 2017).

No presente estudo, a adição de 20 g de amêndoa de baru resultou em aumento de energia (Kcal) ingeridos (Tabela 7), porém foi observado a tendência (Tabela 6) na redução do IMC, massa corporal total, circunferência da cintura e percentual de gordura, assim como no estudo desenvolvido por Souza e colaboradores (2018). A redução da adiposidade abdominal com o consumo de nozes ajuda a reduzir o risco de doenças cardiovasculares (MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, RASTROLLO, 2011), além de melhorar o perfil lipídico (MCKIERNAN *et al.*, 2010). Wien e colaboradores (2010) verificaram que a inclusão de amêndoas em dieta hipocalórica durante o período de 24 semanas resultou em maiores reduções no IMC, circunferência da cintura e massa gorda em comparação com os do grupo controle.

Foi avaliado também a Pressão Arterial (PA), utilizando os parâmetros da 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial, em que se considera:

- Normal: PAS ≤ 120 (mm Hg) e PAD ≤ 80 (mm Hg);
- Pré-hipertensão: PAS 121 – 139 (mm Hg) PAD 81 – 89 (mm Hg);
- Hipertensão estágio 1: PAS 140 – 159 (mm Hg) PAD 90 – 99 (mm Hg);
- Hipertensão estágio 2: PAS 160 – 179 (mm Hg) PAD 100 – 109 (mm Hg);
- Hipertensão estágio 3 PAS ≥ 180 (mm Hg) PAD ≥ 110 (mm Hg).

Neste estudo, os voluntários apresentaram-se normotensos, com média de pressão sistólica de 120 no início da pesquisa (T0) e 124 após 60 dias de ingestão de amêndoa de baru (T60) e pressão diastólica de 78 no antes do consumo da amêndoa do baru e 80 ao final do estudo. Os resultados do presente trabalho parecem estar de acordo com a literatura pois segundo estudo realizado por Del Gobbo *et al.* (2015) o consumo de amêndoas não causa efeitos significativos na pressão arterial.

7.2.2 Avaliação bioquímicas dos participantes

Os atuais tratamentos para obesidade, diabetes, doenças cardiometabólicas e câncer incluem drogas que sensibilizam a ação de receptores como a insulina e/ou modulação das atividades celulares. No entanto, apesar de tratar as doenças o uso de fármacos pode apresentar reações adversas nos indivíduos. Nesse sentido, este estudo buscou avaliar as atividades dos compostos presentes na amêndoa de baru já que ela apresenta na sua composição nutricional alto teor de lipídios (FERNANDES *et al.*, 2010) beneficiando a saúde de seus consumidores através da redução do estresse oxidativo (SIQUEIRA *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2011).

7.2.2.1 Glicemia e insulina basal

Os resultados da glicemia foram analisados conforme as recomendações das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2016), em que se considera normal a glicemia em jejum < 100 mg/dL, tolerância à glicose diminuída ≥ 100 e < 126 mg/dL e diabetes mellitus ≥ 126 mg/dL.

As médias obtidas da glicose do grupo no primeiro e sexagésimo primeiro dia do estudo, foram expostos na Tabela 9. Os resultados obtidos evidenciaram tendência a diminuição da glicemia basal, sendo que a glicemia inicial (T0) apresentou média de 94,93 mg/dL e após 60 dias de consumo diário de 20 g de amêndoa de baru a glicemia apresentou média de 87,46 mg/dL (T60) ($p=0,07$). O resultado da glicemia foi diferente do que havia sido relatado por Souza *et al.* (2018) que não encontrou alteração significativa em seu ensaio clínico randomizado, controlado por placebo, de 8 semanas com 46 mulheres com sobrepeso e obesidade, designadas aleatoriamente a consumir dietas normocalóricas e isoenergéticas enriquecida com 20 gramas de amêndoa de baru ou recebendo um sachê com 800 mg de maltodextrina. Porém, os resultados dessa pesquisa estão em concordância com os resultados obtidos por Hou e colaboradores (2018) que observaram redução nos níveis de glicose em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2 comparando o consumo de amendoins (60 g/dia para homens e 50 g/dia para mulheres) e amêndoas (55 g/dia homens e 45 g/dia mulher) por 3 meses.

O resultado diminuído para glicemia pode ter relação com a composição da amêndoa de baru, que é rica em lipídios, possui baixo índice glicêmico e pode alterar o índice glicêmico de alimentos consumidos concomitantemente (HERNANDEZ-ALONSO *et al.*, 2017). Além disso, a maior disponibilidade de gordura pode reduzir

a taxa de esvaziamento gástrico e pode diminuir a taxa de absorção de carboidratos (GENTILCORE *et al.*, 2006). Foi observado que os participantes após o início do consumo da porção de 20 gramas de amêndoa de baru diminuíram o consumo de carboidratos (Tabela 7), como relatado no estudo de Souza e colaboradores (2018), esse fato pode ter contribuído para a diminuição da glicose no fim da intervenção (T60).

Os valores de insulina basal, demonstrados na Tabela 8, apresentaram a média inicial (T0) de 17,8 $\mu\text{U/mL}$ e a final (T60) média de 18,5 $\mu\text{U/mL}$ ($p=0,61$) sem diferença significativa entre elas. Diferente disso, o estudo de Li e colaboradores (2011) evidenciaram em 30 pacientes chineses com diabetes que ingeriram média de 56 gramas de amêndoas por 4 semanas uma redução nos valores de insulina sendo a média inicial de 15,3 $\mu\text{U/mL}$ e a final 12,7 $\mu\text{U/mL}$. Na pesquisa desenvolvida por Casas-Agustench *et al.* (2011) após 12 semanas ingerindo 30 g de amêndoas, participantes com síndrome metabólica, tiveram redução nas concentrações de insulina basal (- 2,07 $\mu\text{U/mL}$), porém não ocorreu a diminuição da glicose. Essa diferença pode ter relação com a quantidade e tipo de amêndoas fornecidas aos participantes, nos estudos que tiveram a diminuição dos valores de insulina os indivíduos consumiram uma quantidade maior de amêndoas do que o presente estudo, além de diferentes tipos (nozes, amêndoa e avelã) em relação ao presente estudo.

Tabela 8: Perfil dos participantes antes (T0) e após 60 dias (T60) do consumo regular de 20 g de amêndoa de baru.

Parâmetros	T0	T60	P ¹	P ²
Glicose basal (mg/dL)	94,9 \pm 10,3	87,4 \pm 11,7	0,19	0,07
Insulina basal ($\mu\text{U/mL}$)	17,8 \pm 7,9	18,5 \pm 8,3	0,08	0,61
Colesterol total (mg/dL)	199,1 \pm 40,9	181,5 \pm 31,8	0,46	0,05
Triglicerídeos (mg/dL)	133,1 \pm 55,6	135,8 \pm 72,6	0,09	0,59
HDL Colesterol (mg/dL)	36,1 \pm 7,8	53,7 \pm 12,8	0,09	0,00
LDL Colesterol	133,9 \pm 31,4	100,6 \pm 34,3	0,77	0,00

(mg/dL)				7
VLDL Colesterol	26,6 ± 11,1	33,2 ± 22,5	0,01	0,59
(mg/dL)				
Ferro (ug/dL)	86,6 ± 31,4	78,85 ± 29,6	0,36	2,57

n = 15

¹Teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

²Probabilidade de diferença de amostra dependentes pelo teste de Friedman.

7.2.2.2 Perfil lipídico

Neste estudo foi observado diferença significativa no colesterol total dos participantes com média de 199,1 mg/dL no início da intervenção (T0) e 181,5 mg/dL ao final dos 60 dias de ingestão de 20 g diárias de amêndoa de baru (T60) ($p=0,05$). As lipoproteínas que apresentaram diferenças relevantes foram as moléculas de baixa densidade (LDL) e lipoproteína de alta densidade (HDL). No início do estudo (T0) os participantes apresentavam média de LDL de 133,9 mg/dL e HDL de 36,1 mg/dL, após o sexagésimo dia de consumo de 20 g de amêndoa de baru (T60) os valores de LDL e HDL apresentaram média de 100,6 mg/dL ($p=0,007$) e 53,7 mg/dL ($p=0,004$) respectivamente. No entanto, embora sem diferença significativa, quando se compara os valores médios tanto dos triglicerídeos como das lipoproteínas de muito baixa densidade não demonstraram alterações chegando a valores de 133,1 mg/dL (T0) e 135,8 mg/dL (T60) para triglicerídeos e 26,6 mg/dL (T0) e 33,3 mg/dL (T60) para VLDL (Tabela 8).

A diminuição do colesterol total observada no presente estudo já havia sido relatada por Souza e colaboradores (2018), em mulheres adultas com sobrepeso ou obesidade com dieta enriquecida com 20 gramas de amêndoa de baru torrada e Bento *et al.* (2014), em indivíduos levemente hipercolesterolêmicos que receberam suplementação com 20 g/dia de amêndoa de baru.

A redução da fração LDL evidenciada na pesquisa foi observada por Li *et al.* (2011), em chineses com diabetes mellitus tipo 2 com dieta enriquecida com média de 56 gramas de amêndoas, Zibaenezhad e colaboradores (2019) em participantes com hiperlipedímia que receberam 10 mL de óleo de amêndoa por duas vezes ao dia.

Os índices da fração HDL aumentaram significativamente após 60 dias de consumo de 20 gramas de amêndoa de baru, seguindo o estudo de Cruz e colaboradores (2019) em estudo que avaliou o consumo de sobremesas lácteas

enriquecida com amêndoa de baru em ratos Wistar.

O valor do colesterol total apresentou diferença significativa, 46,6% dos participantes ao iniciarem o estudo apresentavam valores acima do desejável (<200) (Tabela 9) havendo redução dos valores em 60% dos participantes após 60 dias de ingestão de 20 g de amêndoa de baru. O HDL também apresentou relevante mudança, no início da pesquisa 80% dos participantes (12) apresentavam valores abaixo de 40 mg/dL, diminuindo para 6,6% (1) indivíduo após 60 dias de ingestão de 20 g de amêndoa de baru.

Tabela 9: Valores de referência para o perfil lipídico (mg/dL) em indivíduos > 20 anos “em jejum”.

LIPÍDIOS	VALORES	
	EM JEJUM (mg/dL)	CATEGORIA
Colesterol total	< 190	Desejável
HDL colesterol	> 40	Desejável
Triglicerídeos	< 150	Desejável
LDL colesterol	< 130	Baixo
	< 100	Intermediário
	< 70	Alto
	< 50	Muito alto
VLDL colesterol	< 160	Baixo
	< 130	Intermediário
	< 100	Alto
	> 80	Muito alto

Fonte: Departamento Científico de Endocrinologia, disponível em: <https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/19922c-GPA-Jejum_para_Perfil_Lipidico.pdf> Adaptado pela autora.

As dislipidemias são caracterizadas pelo aumento dos níveis séricos de colesterol total e suas lipoproteínas, em especial a molécula de LDL, essa alteração metabólica estão dentre os principais fatores para doenças cardiovasculares. As moléculas de LDL estão envolvidas em processo de acúmulo de gordura nas artérias, tal mecanismo é assunto de grande importância no mundo científico que realizam estudos com o objetivo de proporcionar terapêuticas e/ou metodologias de prevenção

e redução das lipoproteínas de baixa densidade e consequente aumento das lipoproteínas de alta densidade. A amêndoa de baru apresentou atividade benéfica sobre essas lipoproteínas, diminuindo-as e consequentemente prevenindo o aparecimento de doenças crônicas não degenerativas no grupo avaliado.

Os efeitos do consumo da amêndoa de baru na melhora do perfil lipídico podem ser explicados pelos altos teores de ácidos graxos insaturados, principalmente o ácido graxo oleico, com baixos valores de índice de aterogenicidade e índice trombogênico, que indicam que o óleo tem efeito hipocolesterolêmico (BARBI *et al.*, 2019). Esses benefícios para o perfil lipídico provavelmente são otimizados pelas fibras alimentares (FULLER *et al.*, 2016) e fitoesteróis (MARQUES *et al.*, 2015), por seu efeito redutor de colesterol (FULLER *et al.*, 2016), e por outros compostos bioativos presentes na castanha de baru como, tocoferóis (α , β e γ -tocoferol) e fenólicos (taninos, ácido p-cumárico, ácido elágico, ácido cafeico, ácido gálico, ácido clorogênico, ácido hidroxibenzoico, ácido ferúlico, ácido trans-cinâmico, catequina, epicatequina, vanilina, quercetina e rutina) (ALVES-SANTOS *et al.*, 2021).

7.2.2.3 Ferro sérico

Vários estudos demonstram efeito importante da ingestão alimentar sobre o estado do ferro sérico. Embora fatores não dietéticos possam afetar a absorção do mineral pelo organismo, é possível observar que, na busca por soluções para a prevenção e o tratamento da deficiência de ferro, intervenções dietéticas que priorizam o consumo de alimentos fontes de ferro são medidas essenciais a serem adotadas (FAO/WHO, 2006).

Para o planejamento e avaliação de dietas para pessoas saudáveis, rotulagem de alimentos e programas de orientação nutricional as DRI (Ingestão Dietética de Referência) são utilizadas como referência, para o mineral é recomendado 14 mg (BRASIL, 2004).

No presente trabalho os níveis de ferro sérico foram avaliados no início (T0) com média de 86,64 $\mu\text{g/dL}$ e no sexagésimo primeiro dia, com média de 78,85 $\mu\text{g/dL}$, mostrando que média, do ferro sérico os valores ainda se mantiveram dentro dos níveis normais, visto que a referência utilizada para o sexo masculino varia entre 75 a 175 $\mu\text{g/dL}$ e para mulheres aproximadamente 65 a 165 $\mu\text{g/dL}$ (HRISTOVA, 2008).

7.2.2.4 Série Vermelha e Leucocitária

Nenhuma alteração foi demonstrada para a série vermelha e leucocitária dos indivíduos após a ingestão de 20 g de baru (Tabela 10). O corpo humano está frequentemente exposto a agentes agressores externos, tais como antígenos, e internos como os radicais livres. Portanto para prevenir e/ou proteger o corpo contra esses agentes, existem mecanismos de defesa naturais que são responsáveis por proteger o organismo humano, chamado sistema imunológico, que oferece defesa ao corpo, por um sistema complexo de órgãos e células (MILLER, 1995). A corrente sanguínea é composta principalmente por eritrócitos, que em seu interior contêm moléculas de hemoglobina responsável por fazer ligações com o ferro, caracterizando a série vermelha. Essa série é amplamente estudada, é responsável por predizer presença ou ausência de quadros anêmicos.

Diversos autores, associam os antioxidantes como agentes responsáveis pela atividade inibitória e reducional das lesões causadas pelos radicais livres nas células, no entanto, no presente estudo não houve diferença significativa nos valores obtidos de leucócitos, hemoglobina e do hematócrito, antes e após a intervenção com a amêndoa de baru, como pode ser observado na Tabela 10.

Tabela 10: Índice da série vermelha e leucocitária dos indivíduos antes e após 60 dias da ingestão de 20 g de amêndoa de baru.

Parâmetro	T0	T60	P ¹	P ²
Leucócito global	8,26 ± 2,90	8,23 ± 2,59	0,43	0,77
Hemoglobina	14,19 ± 1,15	14,19 ± 1,01	0,43	0,94
Hematócrito	46,25 ± 3,78	45,25 ± 2,75	0,43	0,65

n = 15

¹Teste de normalidade de Friedman.

² Probabilidade de diferença de amostras dependentes pelo teste de Wilcoxon.

7.2.2.5 Microbiota Intestinal

O corpo abriga comunidades microbianas complexas que são vitais para a

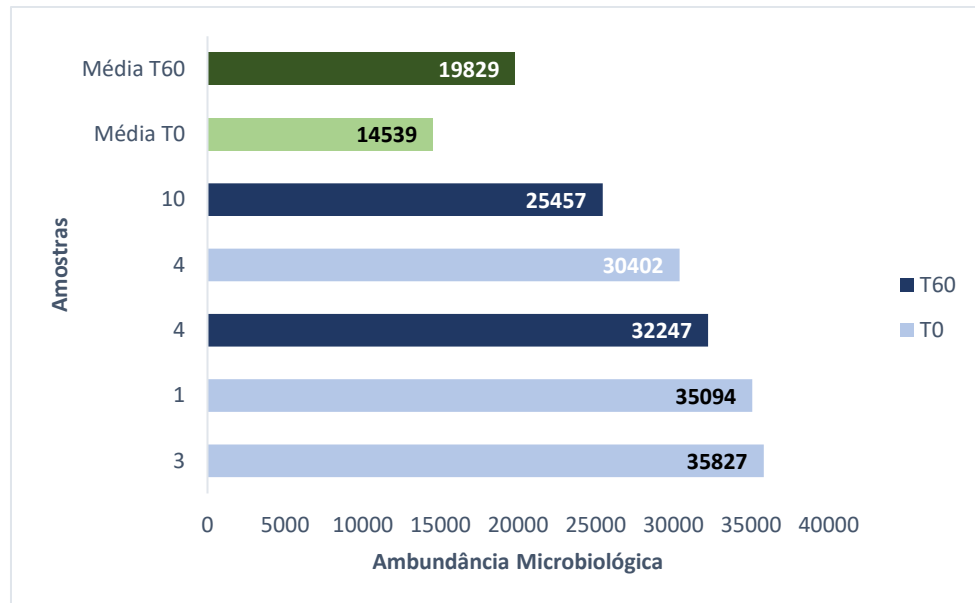
saúde. A maioria das bactérias que habitam os humanos vivem nos intestinos e são determinados pela genética, o processo de nascimento (BACKHED *et al.*, 2015), nutrição, estilo de vida e medicação (VIEIRA-SILVA *et al.*, 2020). A microbiota intestinal desempenha papel importante na regulação do metabolismo, na imunidade, na eliminação de toxinas, na regulação da função intestinal, na sinalização neurológica e na produção de compostos que afetam o hospedeiro (MAVROS E RONDA, 2022). A disbiose do microbioma contribui para inúmeras doenças agudas e crônicas, incluindo distúrbios imunológicos (HAPFELMEIER *et al.*, 2010; JOHNSON, JONES, COBB, 2015), inflamatórios, neurodesenvolvimentais e degenerativos (LAI *et al.*, 2021; COLEY, HSIAO, 2021; AGIRMAN, HSIAO, 2021), além de distúrbios metabólicos como obesidade (RIDAURA *et al.*, 2013), diabetes mellitus tipo 2 (FURET *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2012; KARLSSON *et al.*, 2013), doença hepática não alcoólica ; LI *et al.*, 2021) e doenças cardiometabólicas (KARLSSON *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2011; TROSEID *et al.*, 2015; LEY *et al.*, 2006; TANG E HAZEN, 2014).

O consumo alimentar de nozes está associado com a redução do risco de doenças, como obesidade, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2 e câncer (KRIS-ETHERTON *et al.*, 2008; BAO *et al.*, 2011).

O presente estudo avaliou o material de 10 (67%) dos 15 indivíduos que participaram da intervenção, totalizando 20 amostras, visto que os participantes colheram o material antes da ingestão da amêndoa de baru (T0) e após os 60 dias de consumo dela (T60). Foram encontradas o total de 348.914 sequências, distribuídas em 2 reinos. O primeiro reino *Archae* esteve presente em 8 amostras analisadas (40%) e o segundo reino *Bacteria* esteve presente em todas as 20 amostras analisadas (100%). Dentro dos reinos foram encontrados 7 filos, *Actinobacteria* (100%), *Bacteroidetes* (100%), *Euryarcheota* (40%), *Firmicutes* (100%), *Fusobacteria* (30%), *Proteobacteria* (60%) e *Verrucomicrobia* (35%), 13 classes, *Actinobacteria*, *Bacilli*, *Betaproteobacteria*, *Clostridia*, *Coriobacteriia*, *Deltaproteobacteria*, *Erysipelotrichia*, *Fusobacteriia*, *Gammaproteobacteria*, *Methanobacteria*, *Negativicutes* e *Verrucomicrobiae*, 15 ordens, 29 famílias, 80 gêneros e 206 espécies.

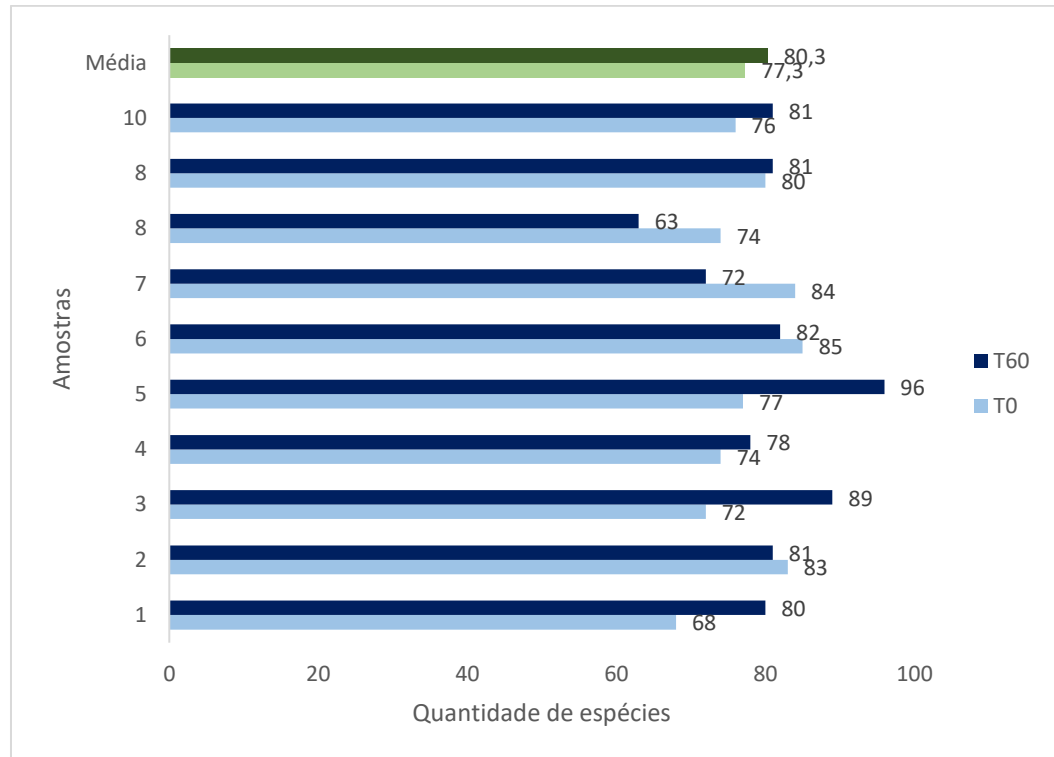
A maior abundância da microbiota intestinal se dá pelo total de sequências de DNA encontradas na análise, observada em 5 amostras, sendo 3 delas, materiais após as 8 semanas de ingestão de 20 gramas de amêndoas de baru com 35.827, 35.094 e 30.402 sequências diferentes como representado no Figura 5.

Figura 5- Amostras com maiores abundância microbiológica analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).



Já em relação a diversidade microbiológica, que se dá pela quantidade de diferentes microrganismos presentes na amostra, a amplitude de bactérias variou entre 63 na amostra com menor quantidade de bactérias distintas encontrada até 96 na amostra com maior quantidade. Com a análise dos dados da microbiota nas amostras antes e após o consumo de 20 gramas de amêndoa de baru foi possível observar que em 6 participantes a diversidade microbiológica aumentou, como indicado no Figura 6. Além disto, foi observado que os microrganismos das amostras iniciais totalizavam 186 espécies diferentes, enquanto a somatória dos diferentes tipos de bactérias das amostras finais aumentou para 206 microrganismos indicando que o consumo de 20 gramas de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) contribui para o aumento da diversidade da microbiota intestinal.

Figura 6- Diversidade de bactérias analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).



Os microrganismos mais frequentes, ou seja, aqueles que aparecem no maior número de amostras foram *[Ruminococcus] obeum* e *Blautia luti* encontrados nas 20 amostras analisadas, *Bacteroides vulgatus*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *[Ruminococcus] torques*, *Eubacterium rectale*, *Clostridium ruminantium*, *Anaerostipes hadrus*, *Oscillospiraceae bacterium* e *Eubacteriales bacterium* encontrados em 19 amostras analisadas como demonstrado no Figura 7. Ainda foram observados os microrganismos mais abundantes, aqueles com maior número de sequências identificada, *Faecalibacterium prausnitzii* foi o mais abundante com 67.518 sequências, *Eubacterium rectale* (47.261 sequências), *Oscillospiraceae bacterium* (41.142 sequências), *[Ruminococcus] obeum* (23.069 sequências), *Gemmiger formicilis* (21.262 sequências), *Enterobacteriaceae bacterium* (14.553 sequências), *Eubacteriales bacterium* (7.077 sequências), *Ruminococcus faecis* (6.931 sequências), *Akkermansia muciniphila* (6.265 sequências) e *Lactocacillus ruminis* (5.681 sequências) de acordo com o Figura 8.

Figura 7 – Microrganismos mais frequentes nas amostras analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

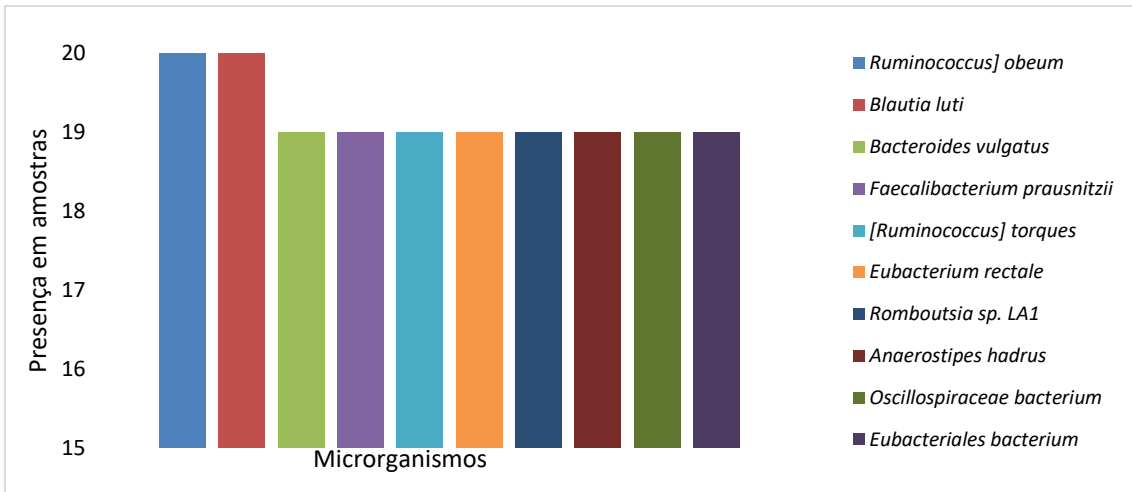
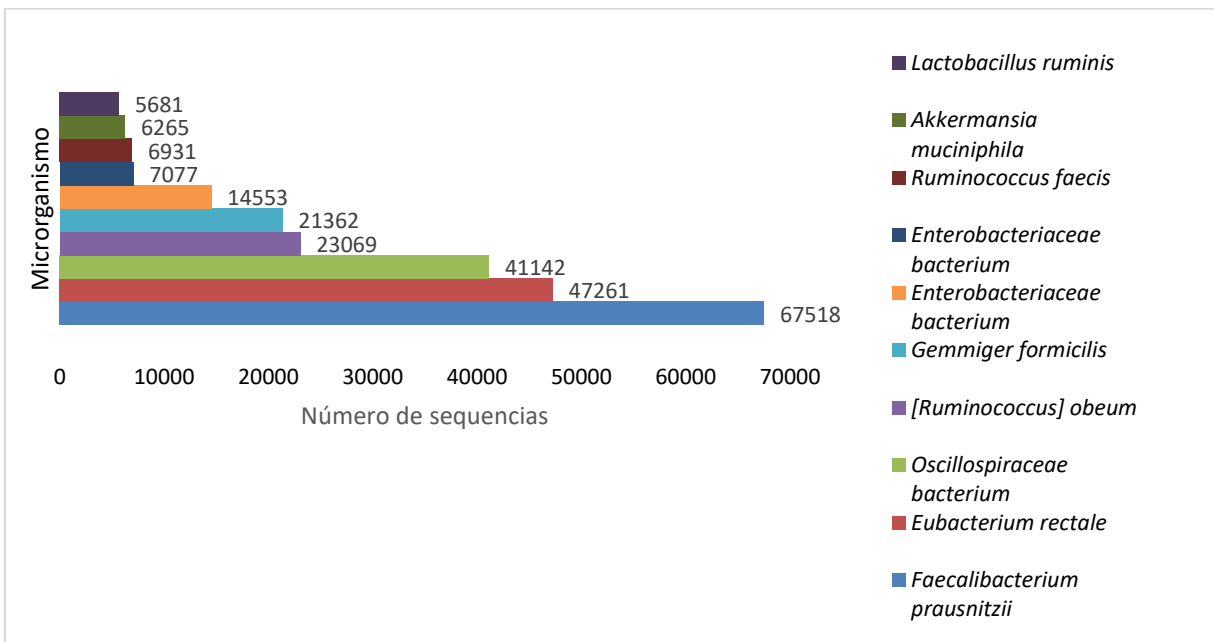


Figura 8 – Microrganismos mais abundantes nas amostras analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).



Akkermansia muciniphila foi uma das bactérias que se mostrou mais frequentes, diferente do que geralmente acontece em indivíduos com obesidade, que apresentam menor quantidade desse microrganismo em relação a pessoas saudáveis (SANTACRUZ *et al.*, 2010; DERRIEN, BELZER & VOS, 2017). Dietas com alto teor de ácidos graxos saturados, mas não ácidos graxos insaturados, levam a diminuição na abundância de *A. muciniphila* (COLLADO *et al.*; 2007; SCHNEEBERGER *et al.*, 2015). A abundância de *A. muciniphila* está significativamente e positivamente associada aos parâmetros de oxidação de ácidos

graxos e fatores de queima de gordura, a capacidade de secreção intestinal e o número de células L no epitélio (EVERARD *et al.*, 2011; SCHNEEBERGER *et al.*, 2015). O aumento da abundância de *A. muciniphila* previne o desenvolvimento das anormalidades metabólicas causadas pelo IMC elevado e melhora a anormalidade da glicose (EVERARD *et al.*, 2013; SHIN *et al.*, 2014; PLOVIER *et al.*, 2017).

Os dados revelaram que o consumo de amêndoa de baru casou pequena alteração na quantidades de bactérias que compõe a microbiota intestinal, antes do consumo da amêndoa (T0) com média de 77,3 espécies diferentes e as amostras finais (T60) com número médio de 80,3 espécies diferentes, em concordância com o estudo de Choo *et al.* (2021) que avaliou em indivíduos obesos com diabetes mellitus tipo 2 aumento na riqueza da comunidade bacteriana, após o consumo de 59 g de amêndoas cruas/dia por 8 semanas. Dentre os filos com mais representatividade houve diminuição significativa do *Actinobacteria* ao final do estudo (-6,06%), *Bacteroidetes* aumentaram em baixa quantidade (0,96%) e *Firmicutes* manteve-se praticamente inalterado (0,49%) como demonstrado na Tabela 11.

Foi possível observar o domínio do gênero *Bacteroides* em todas as amostras analisadas, já o gênero *Prevotella* e *Ruminococcus* não estiveram presentes em todas as amostras, diferente do levantado pelo estudo de Arumugan *et al.*, (2011). O gênero *Prevotella* teve aumento significativo de 1,11% nas amostras colhidas após 60 dias de ingestão de 20 gramas de amêndoa de baru como demonstrado na Tabela 11, diferente do gênero *Ruminococcus* que também apresentou aumento, porém discreto de 0,13%. O aumento de *Prevotella* foi observado por Kovatcheva-Datchary e colaboradores (2015), como um gênero que codificam a degradação de polissacarídeos complexos além de auxiliar na tolerância à glicose, associado ao aumento do armazenamento hepático de glicogênio, contribuindo desta maneira para o tratamento da obesidade.

Tabela 11: Filos e gêneros da microbiota intestinal de indivíduos obesos antes (T0) e após (T60) da ingestão de 20 g de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

Filos e Gêneros		T0	T60	P-value ¹
<i>Filo</i>	<i>Firmicutes</i>	74,93± 18,21	74,44± 13,90	0,26
	<i>Bacteroides</i>	3,08 ± 3,87	3,07 ± 4,71	1,0
<i>Gênero</i>	<i>Actinomyces</i>	0,03 ± 0,04	0,03 ± 0,03	0,26
	<i>Adlercreutzia</i>	0,02 ± 0,02	0,03 ± 0,01	0,42
	<i>Bifidobacterium</i>	0,32 ± 0,21	0,28 ± 0,40	1,0
	<i>Collinsella</i>	0,77 ± 0,92	0,42 ± 0,32	1,0
	<i>Eggerthella</i>	0,06 ± 0,06	0,03 ± 0,03	1,0
	<i>Rothia</i>	0,05 ± 0,07	0,04 ± 0,06	0,81
	<i>Senegalimassilia</i>	0,15 ± 0,14	0,09 ± 0,09	0,77
	<i>Slacka</i>	0,23 ± 0,20	0,09 ± 0,05	0,56
	<i>Bacteroidetes</i>	3,85 ± 3,86	4,81 ± 4,86	0,12
	<i>Alistipes</i>	0,20 ± 0,30	0,11 ± 0,10	0,61
	<i>Parabacteroides</i>	0,09 ± 0,12	0,26 ± 0,35	0,18
	<i>Prevotella</i>	0,61 ± 0,67	1,72 ± 1,91	0,12

¹ Teste de Friedman.

Estudo desenvolvido por Holscher e colaboradores (2018), Dhillon e Ortiz (2019) demonstraram que o consumo de outras amêndoas altera a composição da microbiota intestinal e promove biossíntese bacterina de compostos bioativos benéficos em adultos saudáveis. Constituintes das amêndoas como o polifenol e proantocianidina têm sido relacionados à redução do pH fecal e alterações na abundância de membros da microbiota intestinal (YAMAKOSHI *et al.*, 2001; CUEVA *et al.*, 2013), que são importantes para determinantes dos produtos da fermentação microbiana.

Ensaio clínico com amêndoas demonstraram que a forma do alimento (inteiro, picado, moído) afeta diferencialmente a energia metabolizável pela absorção incompleta de macronutrientes no trato gastrointestinal (GEBAUER *et al.*, 2016). Como os nutrientes que não são absorvidos no trato gastrointestinal proximal estão sujeitos à fermentação microbiana, o consumo alimentar de nozes em diferentes formas pode influenciar a composição da microbiota gastrointestinal (HOLSCHEER *et al.*, 2018). Os efeitos relacionados à saúde do consumo de nozes podem estar relacionados não apenas à energia metabolizável, mas, também ao seu impacto na microbiota gastrointestinal. Uma hipótese entre as melhoras metabólicas mostradas com o consumo de amêndoa é o aumento da produção de butirato por microrganismos gastrointestinais. *In vitro*, a fermentação microbiana de amêndoas finamente moídas

demonstrou aumentar as concentrações de butirato (MANDALARI *et al.*, 2008), e estudos pré-clínicos demonstraram que o aumento das concentrações de butirato está ligado à redução da inflamação intestinal (SOKOL *et al.*, 2008), função de barreira intestinal melhorada (LIU *et al.*, 2016) e tolerância à glicose (ZHANG *et al.*, 2013).

Um dos principais fatores que contribuem para o início e subsequente progressão da obesidade é o aumento da abundância de *Firmicutes* e a redução do número total de *Bacteroidetes* (BENAHMED *et al.*, 2021). Estudos mostraram que a microbiota intestinal de indivíduos com obesidade é caracterizada pela diversidade bacteriana reduzida, uma proporção maior de *Firmicutes/Bacteroidetes* e menor riqueza de filos em comparação com indivíduos normais (CASTANER *et al.*, 2018).

Ley *et al.* (2005) e Turnbaugh *et al.* (2006) mostraram aumento nas bactérias do filo *Firmicutes* e a diminuição no filo *Bacteroidetes* que se acredita estar associada ao aumento da absorção de energia dos alimentos e ao aumento da inflamação de baixo grau. Sabe-se que a microbiota intestinal contribui para o metabolismo energético através da produção de ácidos graxos de cadeia curta que são produzidos pela fermentação colônica, que envolve a quebra anaeróbica de fibras alimentares, proteínas e peptídeos (BAOTHMAN *et al.*, 2016). Os ácidos graxos de cadeia curta mais abundantes são acetato, propionato (produzidos pelo filo *Bacteroidetes*) e butirato (produzido pelo filo *Firmicutes*). Gao e colaboradores (2009) demonstraram que a suplementação com butirato reduziu a resistência à insulina induzida pela dieta em camundongos. Já Lin *et al.* (2012) evidenciou que butirato e propionato foram protetores contra obesidade induzida pela dieta. A administração oral de acetato melhorou a tolerância à glicose (YAMASHITA *et al.*, 2007).

No presente estudo, *Faecalibacterium prausnitzzi* e *Roseburia hominis* apresentaram aumento nas amostras analisadas após 60 (T60) dias do consumo de 20 gramas de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) (Figura 9 e Figura 10), em concordância com Queipo-Ortuño e colaboradores (2012), que descreve que polifenóis, aumentam *Faecalibacterium prausnitzzi* e *Roseburia hominis*. O aumento de *Faecalibacterium prausnitzzi* e *Roseburia hominis* está significativamente associado a propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (MAZZOCCHI, VISAGGI, BARONI; 2023).

Figura 9 - *Faecalibacterium prausnitzzi* analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).

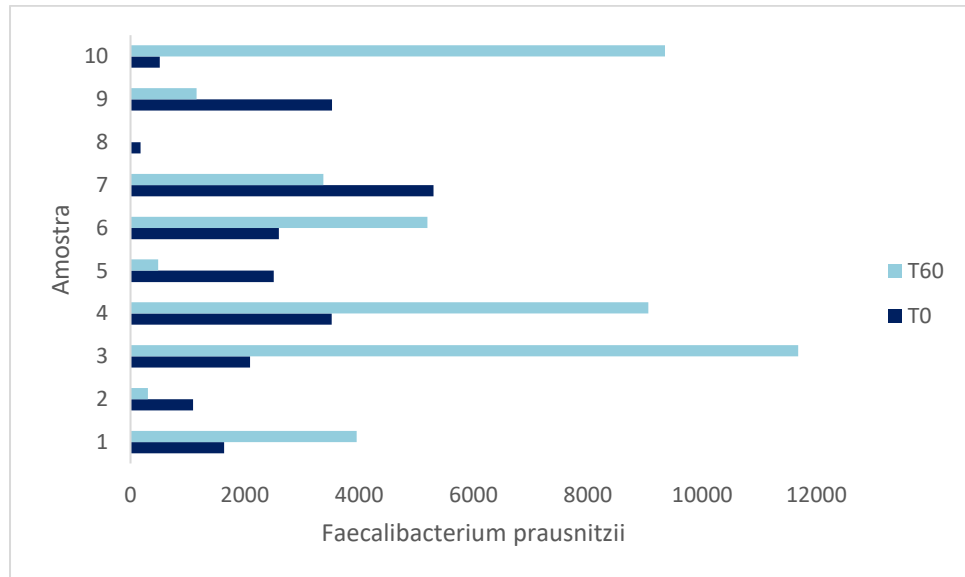
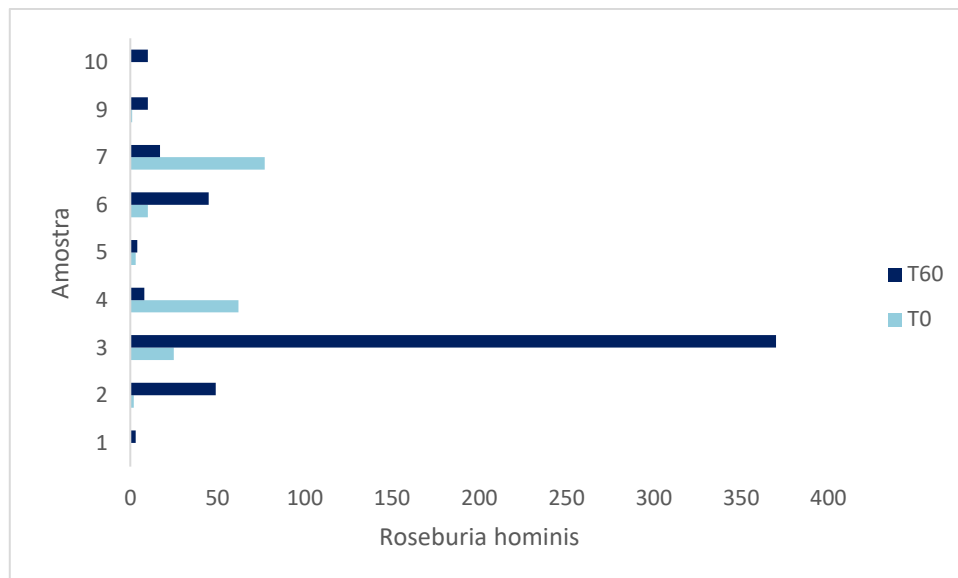


Figura 10 - *Roseburia hominis* analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog).

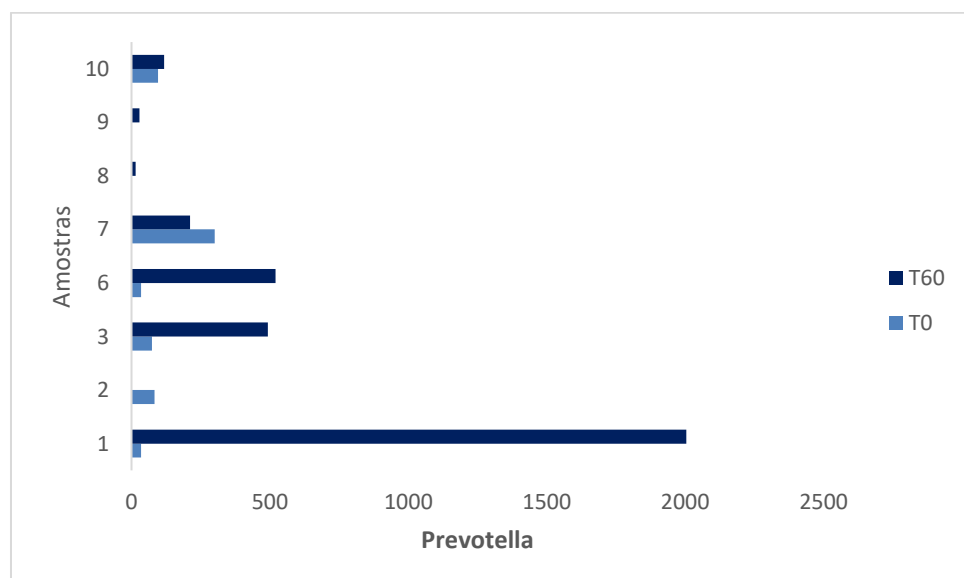


Faecalibacterium prausnitzii é um dos principais membros do filo *Firmicutes* e uma das principais bactérias produtoras de butirato na microbiota humana (ECKBURG *et al.*, 2005; KAOUTARI *et al.*, 2013). A produção de butirato tem sido correlacionada com a capacidade de induzir IL-10 (Interleucina 10), uma citocina anti-inflamatória (MARTÍN *et al.*, 2017). *Faecalibacterium prausnitzii* é um forte indutor de células T reguladoras secretoras de IL-10 (SARRABAYROUSE *et al.*, 2014). O ácido butírico aperta as junções entre as células epiteliais e induz a síntese de mucina, evitando a inflamação (LOPEZ-SILES *et al.*, 2017).

Bactérias do gênero *Roseburia* em pessoas com obesidade encontram-se presentes em menores quantidades (RYAN, DELZENNE, 2016), após o consumo de 20 gramas de amêndoa de baru por 60 dias observou-se o aumento da espécie *Roseburia hominis*, importante dentro do filo *Firmicutes*, pois metabolizam polissacarídeos complexos vegetais (HILLS *et al.*, 2019). Além disso, *Roseburia hominis* associada a alimentos considerados prebióticos e ricos em fibra aumentam a produção de ácidos graxos de cadeias curtas e diminui a formação de N-óxido de trimetilamina, reduzindo o risco de disfunção da barreira intestinal e inflamação (MARRONE, *et al.*, 2021).

Após o consumo de 20 gramas de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.) por 60 dias observou-se o aumento de bactérias do gênero *Prevotella* como evidenciado no Figura 11. A ingestão a curto prazo de alimentos ricos em fibras dietéticas em adultos saudáveis levou a alterações específicas do microbioma fecal da pessoa (TAP *et al.*, 2015). Especificamente, a riqueza do microbioma elevada na linha de base foi associada a maior abundância de espécies de *Prevotella* e *Coprococcus* (TAP *et al.*, 2015). No trabalho não houve aumento de microrganismos do gênero *Coprococcus*.

Figura 11- *Prevotella* analisadas em fezes antes (T0) e após (T60) o consumo de amêndoa de baru (*Dipteryx alata* Vog.).



Intervenções dietéticas de curto prazo podem induzir mudanças rápidas na composição da microbiota associadas a mudança drástica na ingestão de fibras alimentares. A extensão dos efeitos é relativamente modesta em comparação com a

variabilidade interindividual na taxonomia microbiana, e as mudanças não são consistentes de um indivíduo para o outro, significando que todos mudam de maneira diferente (ÁLVAREZ-CALATAYUD *et al.*, 2018).

8.CONCLUSÃO

A amêndoa de baru apresentou resultados satisfatórios quanto aos seus constituintes, bem como sua atividade na obesidade e no desenvolvimento do aparecimento de síndrome metabólica, tais como doenças cardiovasculares, aterosclerose e hipertensão, uma vez que após o consumo de 60 dias de 20 gramas de amêndoa de baru a mesma reduziu significativamente as taxas de glicemia, de colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (LDL), e elevou as concentrações de lipoproteína de alta densidade (HDL) que auxilia o organismo na homeostase e monitoramento da saúde. Quanto aos índices antropométricos, a amêndoa de baru não apresentou redução significativa nos parâmetros analisados, porém apresentou redução na média da circunferência da cintura, sendo este, um quesito de grande impacto no desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Em relação a composição da microbiota intestinal, houve a diminuição da relação *Firmicutes/Bacteroidetes* demonstrando que a amêndoa do baru pode auxiliar no controle da obesidade, visto que pessoas em eutrofia apresentam maior número de bactérias do filo *Bacteroidetes* em relação a pessoas com obesidade. Outro ponto importante que foi observado no presente estudo, foi o aumento do gênero *Prevotella*, responsável por degradar polissacarídeos complexos e por auxiliar na tolerância à glicose, e o aumento da espécie *Akkermansia muciniphila*, que previne o desenvolvimento das anormalidades metabólicas causadas pelo IMC elevado, além de melhorar a anormalidade da glicose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGIRMAN, G.; HSIAO, E. Y. **SnapShot: The microbiota-gut-brain axis**, Cell, Volume 184, Issue 9 2021, Pages 2524 – 2524.
- ÁLVAREZ-CALATAYUD, G.; GUARNER, F.; REQUENA, T.; MARCOS, A. **Dieta y microbiota: impacto em la salud** Nutr Hosp., 35 (2018), pp. 11- 15.
- ALVARO, A. SOLA, R.; ROSALES, R.; RIBALTA, J.; ANGERA, A.; MASANA, L. et al. **Gene expression. Analysis of a human enterocyte cell line reveals downregulation of cholesterol biosynthesis in response to short-chain fatty acids** IUBMB Life, 60 (2008), pp. 757 – 764.
- ALVES, A. M.; FERNANDES, D. C.; BORGES, J. F.; SOUSA A. G. O.; NAVES, M. M. V. **Oilseeds native to the Cerrado have fatty acid profile beneficial for cardiovascular health**, Rev. Nutr. 29 (06), 2016.
- ALVES-SANTOS, A. M.; SAMPAIO, K. B.; LIMA, M. S.; COELHO, A. S. G.; SOUZA, E. L.; NAVES, M. M. V. **Chemical composition and prebiotic activity of baru (*Dipteryx alata* Vog.) pulp on probiotic strains and human colonic microbiota**, Food Research International, Volume 164, 2023.
- ALVES-SANTOS, A. M.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. **Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review**, NFS Journal, Volume 24, 2021, pp. 26 – 36.
- ANATASOVSKA, J.; ARORA, T.; SANCHEZ CANON, G. J.; PARKINSON, J. R.; TOUHY, K.; GIBSON, G. R.; et al. **Fermentable carbohydrate alters hypothalamic neuronal activity and protects against the obesogenic environment** Obesity (Silver Spring), 20 (2012), pp. 1016 – 1023.
- ARUMUGAM, M.; RAES, J.; PELLETIER, E. et al. **Enterotypes of the human gut microbiome**. Nature 473, 174 – 180 (2011).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA - ABESO. **Diretrizes Brasileiras de Obesidade**. São Paulo, SP, 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 17th. V. II., 2000.
- AZIZ, J.D. et al. **Gut microbiota and gastrointestinal health: current concepts and future directions**. Neurogastroenterol Motil, v. 25, p. 4–15, 2013.
- BAO, Y.; HAN, J.; HU, F. B.; GIOVANNUCCI, E. L.; STAMPFER, M. J.; WILLETT, W. C.; FUCHS, C. S. **Association of nut consumption with total and cause-specific mortality**. N. Engl. J. Med. 2013, 369, 2001-2011.
- BAOTHMAN, O. A.; ZAMZAMI, M. A.; TAHER, I.; ABUBAKER, J.; ABU-FARHA, M. **The role of gut microbiota in the development of obesity and diabetes**. Lipids Health Dis 15, 108 (2016).

BARBI, R. C. T.; SOUZA, A. R. C.; HAMERSKI, F.; TEIXEIRA, G. L.; CORAZZA, M. L.; RIBANI, R. H. **Subcritical propane extraction of high-quality inajá (*Maximiliana maripa*) pulp oil** J Supercrit. Fluids, 153 (2019), p. 104576

BENAHMED, A. G.; GASMI, A.; DOSA, A.; CHIRUMBOLO, S.; MUJAWIYA, P. K.; AASETH, J.; DADAR, M.; BJØRKLUND, G. **Association between the gut and oral microbiome with obesity**, Anaerobe, v. 70, 2021.

BENTO, A. P.; COMINETTI, C.; SIMÕES FILHO, A.; NAVES, M. M. **Baru almond improves lipid profile in mildly hypercholesterolemic subjects: A randomized, controlled, crossover study** Nutr Metab Cradiovasc Dis, 24 (2014), pp. 1330-1336.

BERRYMAN, C. E.; WEST, S. G.; FLEMING, J.A.; BORDI, P. L.; KRIS-ERTHERTON, P. M. **Effects of daily almond consumption on cardiometabolic risk and abdominal adiposity in healthy adults with elevated LDL-cholesterol: a randomized control trial** J Am Heart Assoc, 4 (2015), Article e000993.

BLAAK, E. E.; CANFORA, E. E.; THEIS, S.; FROST, G.; GROEN, A. K.; MITHIEUX, G.; NAUTA, A.; SCOTT, K.; STAHL, B.; VAN HARSELAAAR, J.; VAN TOL, R.; VAUGHAN, E. E.; VERBEKE, K. **Short chain fatty acids in human gut and metabolic health**. Benef Microbes. 2020 Sep 1;11(5):411-455.

BOWEN, J.; LUSCOMBE-MARSH, N. D.; STONEHOUSE, W.; TRAN, C.; ROGERS, G. B.; JOHNSON, N.; et al. **Effects of almond consumption on metabolic function and liver fat in overweight and obese adults with elevated fasting glucose: a randomized controlled trial** Clin Nutr ESPEN, 30 (2019), PP. 10- 18.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). **Resolução RDC nº 269**, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005> Acessado em 24 de setembro de 2022

BRASIL. 2019 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-331-de-23-de-dezembro-de-2019.pdf/view>>. Acessado em 29 de setembro 2022.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico sobre a informação nutricional complementar. Brasília, DF: ANVISA, 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Disponível em:<[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html#:~:text=Ingest%C3%A3o%20Di%C3%A1ria%20Recomendada%20\(IDR\)%20C3%A9,pessoas%20de%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o%20sadia](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0269_22_09_2005.html#:~:text=Ingest%C3%A3o%20Di%C3%A1ria%20Recomendada%20(IDR)%20C3%A9,pessoas%20de%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o%20sadia)> Acessado em: 12 de outubro 2022.

BRASIL. 2012 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em:<<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao->

[1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-54-de-12-de-novembro-de-2012.pdf/view](https://www.biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-54-de-12-de-novembro-de-2012.pdf/view)> Acessado em 30 de novembro de 2022.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. **Métodos de extração e quantificação da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal.** Quim Nova, 32 (2009), pp. 849 – 854.

BURTON-FREEMAN, B. **Sex and Cognitive Dietary Restraint Influence Cholecystokinin Release and Satiety in Response to Preloads Varying in Fatty Acid Composition and Content,** *The Journal of Nutrition*, Volume 135, Issue 6, June 2005, Pages 1407–1414

BUZZARD, M. 24-hours dietary recall and food record methods. In: Willet W. C. **Nutritional Epidemiology.** 2°. Ed, p. 50-73. Oxford: Oxford University Press; 1998.

CAMPIDELLI, M. L. L.; CARNEIRO, J. D. S.; SOUSA, E. C.; MAGALHÃES, M. L.; KONIG, I.; BRAGA, M. A., et al. **Impact of the drying process n the quality and physicochemical and mineral composition of Baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.), impact of the drying process on Baru almonds.** Journal of Culinary Science and Technology, 00 (2019), pp. 1-13.

CANFORA, E.E.; MEEEX, R.C.R.; VENEMA, K.; BLAAK, E.E. **Gut microbial metabolites in obesity, NAFLD and T2DM.** Nat Rev Endocrinol, v. 15, n. 5, p. 261-273, 2019.

CASAS-AGUSTENCH, P.; LÓPEZ-URIARTE, P.; BULLÓ, M.; ROS, E.; CABRÉ-VILA, J. J.; SALAS-SALVADÓ, J. **Effects of one serving of mixed nuts on serum lipids, insulin resistance and inflammatory markers in patients with the metabolic syndrome,** Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, Volume 21, Issue 2, 2011.

CASTANER, O.; GODAY, A.; PARK, Y. -M.; LEE, S. -H.; MAGKOS, F.; SHIOW, S. -A. T. E.; et al. **The gut microbiome profile in obesity: a systematic review.** Int J. Endocrinol., 2018.

CASTILLO-MARTINEZ L, LOPEZ-ALVARENGA JC, VILLA AR, GONZALEZ-BARRANCO J. **Menstrual cycle length disorders in 18- to 40-y-old obese women.** Nutrition 2003;19(4):317– 20.

COLLADO, M.; DERRIEN, M.; ISOLAURI, E.; DE VOS, W.; SALMINEN, S. **Intestinal integrity and *Akkermansia muciniphila*, a mucin-degrading member of the intestinal microbiota present in infants, adults, and the elderly** Applied and Environmental Microbiology, 73 (2007), pp. 7767 – 7770.

COLEY, E. J. L.; HSIAO, E. Y. **Malnutrition and the microbiome as modifiers of early neurodevelopment,** Trends in Neurosciences, Volume 44, Issue 9, 2021, Pages 753 – 764.

Compilado por Sarit Anavi. Editado por:P. Imas. Traduzido por T. Wiendl. © Todos os direitos reservados ao Instituto Internacional do Potássio (IPI), 2013.

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

CRUZ, P. N. da.; GAMA, L. A.; AMÉRICO, M. F. PERTUZATTI, P. B. **Baru (*Dipteryx alata* Vogel) almond and dairy desserts with baru regulates gastrointestinal transit in rats** J. Food Process. Preserv. (11) 2019, p. 43.

CUEVA, C.; SÁNCHEZ-PATÁN, F.; MONAGAS, M.; WALTON, G. E.; GIBSON, G. R.; MARTÍN-ÁVAREZ, P. J.; et al. **In vitro fermentation of grapes seeds flavan-3-ol fractions by human fecal microbiota: changes in microbial groups and phenolic metabolites** FEMS Microbiol Ecol, 83 (2013), pp. 792 – 805.

CUNNINGHAM, M.; AZCARATE-PERIL, M. A.; BARNARD, A.; BENOIT, V.; GRIMALDI, R.; GUYONNET, D.; HOLSCHER, H. D.; HUNTER, K.; MANURUNG, S.; OBIS, D.; PETROVA, M. I.; STEINERT, R.E.; SWANSON, K. S.; SINDEREN, D.; VULEVIC, J.; GIBSON, G. R. **Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics**, Trends in Microbiology, Volume 29, Issue 8, 2021, Pages 667-685

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. **Química de Alimentos de Fennemma**. Artmed, Porto Alegre, BR (2010)

DE PILLI, T.; JOUPPILA, K.; IKONEN, J.; KANSIKAS, J.; DEROSI, A.; SEVERINI, C. **Study on formation of starchlipid complexes during extrusion-cooking of almond flour**. Journal Food Engineering, 87, 495 – 504, 2008.

DERRIEN, M.; BELZER, C.; DE VOS, W. **Akkermansia muciniphila and its role in regulating host functions** Microbial Pathogenesis, 106 (2017), pp. 171 – 181.

DHILLON, J.; LI, Z. ORTIZ, R. M. **Almond snacking for 8 wk increases alpha-diversity of the gastrointestinal microbiome and decreases bacteroides fragilis abundance compared with an isocaloric snack in college freshmen** Curr Dev Nutr, 3 (2019), p. nzz079.

EARNEST, C. P.; MIKUS, C. R.; LEMIEUX, I.; ARSENAULT, B. J.; CHURCH, T. S. **Examination of encapsulated phytosterol ester supplementation on lipid indices associated with cardiovascular disease** Nutrition, 23 (2007), pp. 625 – 633.

ECKBURG, P. B.; BICK, E. M.; BERNSTEIN, C. N.; PURDOM, E.; DETHLEFSEN, L.; SARGENT, M.; GILL, S. R. **Diversity of the human intestinal microbial flora** Science., 308 (2005), pp. 1635 – 1638.

EGEA, M. B.; TAKEUCHI, K. P. **Bioactive compounds in baru almond (*Dipteryx alata* Vogel): Nutritional composition and health effects**. H. N. Murthy (Ed.), V.A.B Bioactive compounds in underutilized fruits and nuts (2019), pp. 1 – 14.

EGEA, M. B.; TAKEUCHI, K. P. (2020). **Bioactive Compounds in Baru Almond (*Dipteryx alata* Vogel): Nutritional Composition and Health Effects**. In: Murthy, H., Bapat, v. (eds) Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts. Reference Series in Phytochemistry. Springer, Cham.

ESLAMI, O.; KHORRAMROUZ, F.; SOHOULI, M.; BAGHERI, N.; SHIDFAR, F.; FERNANDEZ, M. L. **Effect of nuts on components of metabolic syndrome in healthy adults with overweight/obesity: A systematic review and meta-analysis** Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, Volume 32, Issue 11, 2022, pp. 2459-2469.

ESTEVEZ-PEDRO, M. N.; BORIM, T.; NAZATO, V. S.; SILVA, M. G.; LOPES, P. S.; DOS SANTOS, M. G.; BELO, C. A. D.; CARDOSO, C. R. P.; VARANDA, E. A.; GROppo, F. C.; GERENUTTI, M.; OSHIMA-FRANCO, Y. **In vitro and in vivo safety evaluation of *Dipteryx alata* Vogel extract** BMC Complement. Altern. Med., 12 (2012), p.9

EVERARD, A.; BELZER, C.; GEURTS, L.; OUWERKERK, J.; DRUART, C.; BINDELS, L.; et al. **Cross-talk between *Akkermansia muciniphila* and intestinal epithelium controls diet-induced obesity** Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA, 110 (2013), pp. 9066 – 9071.

EVERARD, A.; LAZAREVIC, V.; DERRIEN, M.; GIRARD, M.; MUCCIOLI, G.; NEYRINCK, et al. **Responses of gut microbiota and glucose and lipid metabolism to prebiotics in genetic obese and diet-induced leptin-resistant mice** Diabetes (2011), pp. 2775 – 2786.

FAO and World Health Organization. **Vitamin and mineral requirements in human nutrition**, Vols. 1 – 20, World Health Organization (1998).

FERNANDES, D. C.; FREITAS, J. B.; CZEDER, L. P.; NAVES, M. M. **Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna** J Sci Food Agric, 90 (2010), pp. 1650-1655.

FERNANDES, D.; ALVES, A.; CASTRO, G.; JUNIOR, A. J.; NAVES, M. M.; **Effects of baru almond a Brazil nut against hyperlipidemia and oxidative stress in vivo** J Food Res., 4 (4) 2015, p. 38.

FERNANDES, D.; FREITAS, J.; CZEDER, L.; NAVES, M. **Nutritional composition and protein value of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond from the Brazilian Savanna.** J Sci Food Agric. 2010 Aug v. 15; N. V.10, P 1650, 2010.

FERNANDES, D. C. **Effect of baru almond, peanut and Brazil nut in serum profile and peroxidation of lipids in rats fed high-fat diets.** 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias – Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

FERRAZ, E. M. **O Trabalho em Equipe e sua Importância no Tratamento da Obesidade – A Visão do Cirurgião.** In: XIMENES, E. G. (org.) Cirurgia da Obesidade: um enfoque psicológico. São Paulo: Santos Ed, p. 39-43, 2009.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, A. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVAS, M. M. **Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel (*Leguminosae papolinoideae*).** Cerne, v.4, n.1, p 73 – 87, 1998.

FLOR, A. S. S. O.; BARBOSA, W. L. R. Sabedoria popular no uso de plantas medicinais pelos moradores do bairro do sossego no distrito de Marudá-PA. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v. 17, n. a00101s1, p. 757-768, 2015.

FORZZA, R. C. et al (Org). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**, volume 1. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FRAGUAS, R. M., SIMÃO, A. A., LEAL, R. S., SANTOS, C. M., ROCHA, D. A., TAVARES, T. S., ABREU, C. M. P. **Chemical composition of processed baru (*Dipteryx***

alata Vog.) almonds: Lyophilization and roasting. African Journal of Agricultural Research, 9, 1061 – 1069 (2014).

FRANZOSA, E.A. SIROTA-MADI, A.; AVILA-PACHECO, J.; FORNELOS, N.; HAISER, H. J.; REIKER, S.; VATANEN, T.; HALL, A. B.; MALLICK, H.; MACLVER, L. J.; SAUK, J. S.; WILSON, R. G.; STEVENS, B. W.; SCOTT, J. M.; PIERCE, K.; DEIK, A. A.; BULLOCK, K.; IMHANN, F.; PORTER, J. A.; ZHERNAKOVA, A.; FU, J.; WEERSMA, R. K.; WIJMENGA, C.; CLISH, C. B.; VLAMKIS, H.; HUTTENHOWER, C.; XAVIER, R. J. **Gut microbiome structure and metabolic activity in inflammatory bowel disease.** Nat Microbiol, v. 4, n. 2, p. 293-305, 2019

FREITAS, L. S.; JACQUES, R.A.; RICHTER, M. F.; SILVA, A.L.; CARAMÃO, E. B. **Pressurized liquid extraction of vitamin E from Brazilian grape seed oil.** Journal of Chromatography A, 1200, 80 - 83. (2008).

FRUH, S. M. **Obesity: risk factors, complications, and strategies for sustainable long-term weight management.** J Am Assoc Nurse Pract, 29 (S1) (2017), pp. S3-S14, 10.

FULLER, S.; BECK, E.; SALMAN, H.; TAPSELL, L. **New horizons for the study of dietary fiber and health: a review** Plant Foods Hum. Nutr., 71 (2016), pp. 1 – 12.

FURET, J. P.; KONG, L. C.; TAP, J.; POITOU, C.; BASDEVANT, A.; BOUILLOT, J. L.; MARIAT, D.; CORTHER, G.; DORÉ, J.; HENEGAR, C.; RIZKALLA, S.; CLÉMENT, K. **Differential Adaptation of Human Gut Microbiota to Bariatric Surgery-Induced Weight Loss,** Diabetes 1 December 2010; 59 (12): 3049 – 3057.

GAO, Z.; YIN, J.; ZHANG, J.; WARD, R. E.; MARTIN, R. J.; LEFEVRE, M.; CEFALU, W. T.; YE, J. **Butyrate improves insulin sensitivity and increases energy expenditure in mice.** Diabetes. 2009.

GARIBALDE, F. et al. **Prevalência de sobrepeso e obesidade em escolares de Santa Cruz do Sul: um comparativo entre zona urbana e rural.** EFDportes.com, Rev Dig, v. Buenos Aires, n°189, Febrero de 2014.

GEBAUER, S. K.; NOVOTNY, J. A.; BORNHORST, G. M.; BAER, D. J.; **Food processing and structure impact the metabolizable energy of almonds.** Food Funct. 2016, 7, 4231-4238.1

GENTILCORE, D.; CHAIKOMIN, R.; JONES, K. L.; RUSSO, A.; FEINLE-BISSET, C.; WISHART, J. M.; RAYNER, C. K.; HOROWITZ, M. **Effects of fat on gastric emptying of and the glycemic, insulin, and incretin responses to a carbohydrate meal in type 2 diabetes.** J. Clin. Endocrinol. Metab. 2006, 91, 2062-2067.

GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P., D.; VERBEKE, K.; REID, G. **Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.** Nat Rev Gastroenterol Hepatol 14, 491–502 (2017).

GONÇALVES, T. O.; FILBIDO, G. S.; PINHEIRO, A. P. O.; PIERETI, P. D. P.; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. **in vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and boaiúva pulp and, macronutrients characterization** J. Food Compos.

Anal., 86, 2020.

GU, L.; KELM, M. A.; HAMMERSTONE, J. F.; BEECHER, G.; HOLDEN, J.; HAYTOWITZ, D.; et al. **Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption** J Nutr, 134 (2004), pp. 613 – 617.

HAPFELMEIER, S.; LAWSON, M. A.; SLACK, E.; KIRUNDI, J. K.; HEIKENWALDER, M.; CAHENZLI, J.; VELYKOREDKO, Y.; BALMER, M. L.; ENDT, K.; GEUKING, M. B.; CURTISS, R 3rd; MACCOY, K. D.; MACPHERSON, A. J. **Reversible microbial colonization of germ-free mice reveals the dynamics of IgA immune responses.** Science. 2010

HASSANNEJAD, R.; MOHAMMADIFARD, N.; KAZEMI, I.; MANSOURIAN, M.; SADEGHI, M.; ROOHAFZA, H.; et al. **Long-term nuts intake and metabolic syndrome: a 13-yr longitudinal population-based study** Clin Nutr, 38 (3) (2019), pp. 1246-1252.

HERBELLO-HERMELO, P. J.; LAMAS, P., LORES, M. D. G.; BERMEJO-BARRERA, R., MOREDA-PINEIRO, A. **Polyphenol bioavailability in nuts and seeds by an in vitro dialyzability approach.** Food Chemistry, 254, 20 - 25 (2018).

HERNANDEZ-ALONSO, P.; CAMACHO BARCIA, L.; BULLO, M.; SALAS-SALVADO, J. **Nuts and dried fruits: an update of their beneficial effects on type 2 diabetes.** Nutrients 2017, 9, 673.

HILLS, R. D.; PONTEFRAC, B. A.; MISHCON, H. R.; BLACK, C. A.; SUTTON, S. C. The-berge CR. **Gut microbiome: profound implications for diet and disease** Nutrients., 11 (2019), p. 1613

HOLSCHER, H. D.; TAYLOR, A. M.; SWANSON, K. S.; NOVOTNY, J. A.; BAER, D. J. **Almond consumption and processing effects the composition of the gastrointestinal microbiota of healthy adult men and women: a randomized controlled trial** Nutrients, 10 (2018).

HOSSEINPOUR-NIAZI, S.; HOSSEINI, S.; MIRMIRAN, P.; AZIZI, F. **Prospective study of nut consumption and incidence of metabolic syndrome: Tehran lipid and glucose study** Nutrients, 9 (10) (2017).

HOU, Y.; OJO, O.; WANG, L.; WANG, Q.; JIANG, Q.; SHAO, X.; WANG, X. **A randomized controlled trial to compare the effect of peanuts and almonds on the cardio-metabolic and inflammatory parameters in patients with type 2 diabetes**

HRISTOVA, E. M.; HENRY, J. B.; **Intermediários metabólicos, íons inorgânicos e marcadores bioquímicos do metabolismo ósseo.** In: Henry, J. B., editor. Diagnósticos clínicos e tratamento por métodos laboratoriais. 20^a ed. São Paulo. Manole Ltda; 2008:220.

HRUBY, A.; HU, F. B. **The epidemiology of obesity: a big picture** Pharmacoeconomics, 33 (7) (2015), pp. 673-689.

HU, F. B. **Resolved: there is sufficient scientific evidence that decreasing sugar-sweetened beverage consumption will reduce the prevalence of obesity and obesity-**

related diseases *Obes Rev*, 14 (2013), pp. 606-619.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2004. Disponível em <<https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>> Acesso em: 04 de setembro de 2022.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em <https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/biomas_e_sistema_costeiro_marinho_250mil.pdf> Acesso em: 28 de agosto de 2022.

ILHAN, Z. E.; MARCUS, A. K.; KANG, D. W.; RITTMANN, B. E.; KRAJMALNIK-BROWN, R. **ph-Mediated microbial and metabolic interactions in fecal enrichment cultures** *mSphere*, 2 (2017).

IOM - INSTITUTE OF MEDICINE. Zinc. In: _____. **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc**. Washington (DC): National Academy Press, 2002. cap. 12, p. 442-501.

JACELDO-SIEGL, K.; HADDAD, E.; ODA, K.; FRASER, G. E.; SABATÉ, J. **Tree nuts are inversely associated with metabolic syndrome and obesity: the Adventist health study-2** *PLoS One*, 9 (1) (2014), p. e85133.

JANDHYALA, S.M. et al. **Role of the normal gut microbiota**. *World J Gastroenterol*, v. 21, n. 29, p.8787-8803, 2015.

JENKINS, D. J.; KENDALL, C. W.; JOSSE, A. R.; SALVATORE, S.; BRIGHENTI, F.; AUGUSTIN, L.S.; et al. **Almonds decrease postprandial glycemia, insulinemia, and oxidative damage in healthy individuals** *J Nutr*, 136 (2006), pp. 2987 – 2992.

JOHNSON, J.; JONES, M. B.; COBB, B. A. **Bacterial capsular polysaccharide prevents the onset of asthma through T-cell activation**, *Glycobiology*, Volume 25, Issue 4, April 2015, Pages 368 – 375.

JORDÃO JÚNIOR, A. A.; CHIARELLO, P. G.; BERNARDES, M. S. M.; VANNUCCHI, H. **Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutatona reduzida e da vitamina E**. *Medicina*, Ribeirão Preto, v. 31, n. 3, p. 434-449, 1998.

JOSSE, A. R.; KENDALL, L. S.; AUGUSTIN, L. S.; ELLIS, P. R.; JENKINS, D. J. **Almonds and postprandial glycemia a dose response study** *Metabolism*, 56 (2007), pp. 400 – 404.

JOVANOVSKI, E.; MAZHAR, N.; KOMISHON, A.; et al. **Can dietary viscous fiber affect body weight independently of an anergy-restrictive diet? A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials** *Am J Clin Nutr*, 111 (2020), pp. 471-485.

KAOUTARI, A.; ARMOUGOM, F.; GORDON, J. I.; RAOULT, D.; HENRISSAT, B. **The abundance and variety of carbohydrate-active enzymes in the human gut microbiota** *Nat Rev Microbiol.*, 11 (2013), pp. 497 – 507 – 504

KARLSSON, F. H.; TREMAROLI, V.; NOOKAEW, I.; BERGSTROM, G.; BEHRE, C. J.; NIELSEN, J.; BACKHED, F. **Gut metagenome in European women with normal,**

impaired and diabetic glucose control, Nature, 2013.

KIM, R. J.; WANG, L.; WORLEY, S.; LEONARD, D. **Nut consumption and metabolic syndrome in US adolescents** *Publ Health Nutr*, 21 (17) (2018), pp. 3245-3252.

KOVATCHEVA-DATCHARY, P.; NILSSON, A.; AKRAMI, R.; LEE, Y. S.; DE VADDER, F.; ARORA, T.; HALLEN, A.; MARTENS, E.; BJORCK, I.; BACKHED, F. **Dietary fiber-induced improvement in glucose metabolism is associated with increased abundance of *Prevotella*** *Cell Metab.*, 22 (2015), pp. 971 – 982.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HU, F. B.; ROS, E.; SABATÉ, J. **The role of tree nuts and peanuts in the prevention of coronary heart disease: Multiple potential mechanisms.** *J. Nutr.* 2008, 138, 1746S – 1751S.

LAHSEN, M., et al. **Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado at our peril.** *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*. V. 58, n. 6, 2016.

LAI, S.; LIU, H.; ZHANG, Z.; ZHAO, J.; FENG, X.; WANG, N.; TANG, C.; LIU, Y.; NOVOSELOV, K. S.; YANG, S. A.; GAO, W. **Third-order nonlinear Hall effect induced by the Berry-connection polarizability tensor.** *Nat. Nanotechnol.* **16**, 869–873 (2021)

LAMUEL-RAVENTOS, R.M.; ONGE, M.S. **Prebiotic nut compounds and human microbiota.** *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 57, n.14, p. 3154-3163, 2017.

LAWTON, D. M.; FURNESS, D. N.; LINDERMANN, B.; HACKNEY, C. M. **Localization of the glutamate-aspartate transporter, GLAST, in rat taste buds,** *European Journal of Neuroscience*, Volume 12, Issue 9, Pages 3079 – 3452, 2000.

LEÃO, J. M. et al. **Motivational stages to behavioral change in beginners of weight loss treatment.** *J. Bras. Psiquiatr.*, v. 64, n. 2, p. 107-114, 2015.

LEE, C. J.; SEARS, C. L.; MARUTHUR, N. **Gut microbiome and its role in obesity and insulin resistance,** *Journal Article*, 2020, Volume 1461, Issue 1, Pages 37 – 52.

LEMOES, M. R. B.; ZAMBIAZI, R. C.; DE ALMEIDA, E. M.; DE ALENCAR, E. R. **Tocopherols and fatty acid profile in baru nuts (*Dipteryx Alata* Vog.), raw and roasted: Important sources in nature that can prevent diseases.** *Food Science Nutrition Technology*, 1, 1 – 11 (2016).

LEY, R. E.; BACKHED, F.; TURNBAUGH, P.; LOZUPONE, C. A.; KNIGHT, R. D.; GORDON, J. I. **Obesity alters gut microbial ecology** *Proc Natl Acad Sci USA*, 102 (2005), pp. 11070-11075

LI, J.; ARMSTRONG, C. L. H.; CAMPBELL, W. W. **Effects of dietary protein source and quantity during weight loss on appetite, energy expenditure, and cardio-metabolic responses.** *Nutrients*, 8 (2016), p. 63.

LI, S.; LIU, Y.; LIU, J.; CHANG, W.; CHEN, C.; CHEN, C. Y. O. **Almond consumption improved glycemic and lipid profiles in patients with type 2 diabetes mellitus,** *Metabolism*, Volume 60, Issue 4, 2011.

- LI, Y.; FABIANO-TIXIER, A. S. GINIES, C. e CHEMAT, F. **Direct extraction of volatile aroma compounds with vegetable oils as solvents: Theoretical and experimental solubility study.** LWT-Food Science and Technology, v.59, p.724-731, 2014.
- LIMA, D. S.; EGEA, M. B.; CABASSA, I. C. C.; ALMEIDA, A. B.; SOUSA, T. L.; LIMA, T. M.; LOSS, R. A.; VOLP, A. C. P.; VASCONCELOS, L. G. DALL'OGGIO, E. L.; HERNANDES, T.; TAKEUCHI, K. P. **Techonological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts,** LWT, v. 137, 2021.
- LIMA, D.C.; ALVES, M. R.; NOGUEIRA, N. H.; NASCIMENTO, R. P. do. **A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential,** Future Foods, v.5, 2022.
- LIN, H. V.; FRASSETTO, A.; KOWALIK Jr. E. J.; NAWROCKI, A. R.; LU, M. M.; KOSINSKI, J. R.; HUBERT, J. A.; SZETO, D.; YAO, X.; FORREST, G.; MARSH, D. J. **Butyrate and propionate protect against diet-induced obesity and regulate gut hormones via free fatty acid receptor 3-independent mechanisms.** PLoS One. 2012.
- LIU, R. H.; LIU, J.; CHEN, B. **Apples prevent mammary tumors in rats** Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53 (2005), pp. 2341 – 2343.
- LIU, T. -W.; CEPHAS, K. D.; HOLSCHER, H. D.; KERR, K. R.; MANGIAN, H. F.; TAPPENDEN, K. A.; SWANSON, K. S. **Nondigestible Fructans Alter Gastrointestinal Barrier Function, Gene Expression, Histomorphology, and the Microbiota Profiles of Diet-Induced Obese C57BL/6J Mice 1-3.** J. Nutr. 2016, 146, 1-8.
- LIU, Y.; WANG, H. J.; RYU, H.; LEE, Y. S.; KIM, H. S.; PARK, H. **The effects of daily intake timing of almond on the body composition and blood lipid profile of healthy adults** Nutr Res Pract, 11 (2017), pp. 479 – 486.
- LOPEZ, C.A.; SKAAR, E.P. **The Impact of Dietary Transition Metals on Host-Bacterial Interactions.** Cell Host Microbe, v. 23, n. 6, p. 737-748, 2018.
- LOPEZ-SILES, M. DUCAN, S.; GARCIA-GIL, L.; MARTINEZ-MEDINA, M. ***Faecalibacterium prausnitzii*: from microbiology to diagnostics and prognostics** ISME J., 11 (2017), pp. 841 – 852.
- LYZNICKI JM, YOUNG DC, RIGGS JA, DAVIS RM. **Obesity: assessment and management in primary care.** Am Fam Physician 2001;63(11):2185–96.
- MALACHIAS M. V. B. SOUZA W. K. S. B., PLAVNIK F.L., RODRIGUES C.I.S., BRANDÃO A.A., NEVES M.F.T., BORTOLOTTO L.A., FRANCO R.J.S., POLI-DE-FIGUEIREDO C.E., JARDIM P.C.B.V., AMODEO C., BARBOSA E.C.D., KOCH V., GOMES M.A.M., PAULA R.B., PÓVOA R.M.S., COLOMBO F.C., FERREIRA FILHO S., MIRANDA R.D., MACHADO C.A., NOBRE F., NOGUEIRA A.R., MION JÚNIOR D., KAISER S., FORJAZ C.L.M., ALMEIDA F.A., MARTIM J.F.V., SASS N., DRAGER L.F., MUXFELDT E., BODANESE L.C., FEITOSA A.D., MALTA D., FUCHS S., MAGALHÃES M.E., OIGMAN W., MOREIRA FILHO O., PIERIN A.M.G., FEITOSA G.S., BORTOLOTTO M.R.F.L., MAGALHÃES L.B.N.C., SILVA A.C.S., RIBEIRO J.M., BORELLI F.A.O., GUS M., PASSARELLI JÚNIOR O., TOLEDO J.Y., SALLES

G.F., MARTINS L.C., JARDIM T.S.V., GUIMARÃES I.C.B., ANTONELLO I.C., LIMA JÚNIOR E., MATSUDO V., SILVA G.V., COSTA L.S., ALESSI A., SCALA L.C.N., COELHO E.B., SOUZA D., LOPES H.F., GOWDAK M.M.G., CORDEIRO JÚNIOR A.C., TORLONI M.R., KLEIN M.R.S.T., NOGUEIRA P.K., LOTAIF L.A.D., ROSITO G.B.A., MORENO JÚNIOR H. **7ª Diretriz Brasileira De Hipertensão Arterial**. Arquivos Brasileiro de Hipertensão, v. 107, n. 3, Supl. 3, Setembro 2016. ISSN-0066-782X.

MALTA D. C.; SILVA M. M. A.; MOURA L.; MORAIS-NETO O. L. A implantação do sistema de vigilância de doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2003 a 2015: alcances e desafios. **Rev Bras Epidemiol**, v. 20, n.4, pg: 661-75. 2017.

MANDALARI, G.; NUENO-PALOP, C.; BISIGNANO, G.; WICKHAM, M. S.; NARBAD, A. **Potential prebiotic properties of almond (*Amygdalus communis* L.) seeds** Appl Environ Microbiol, 74 (2008), pp. 4264 – 4270.

MARCIL, V.; DELVIN, E.; GAROFALO, C.; LEVY, E. **Butyrate impairs lipid transport by inhibiting microsomal triglyceride transfer protein in Caco-2 cells** J Nutr 133 (2003), pp. 2180 – 2183.

MARQUES, F. G.; OLIVEIRA NETO, J. R.; CUNHA, L. C.; PAULA, J. R.; BARA, M. T. F. **Identification of terpenes and phytosterols in *Dipteryx alata* (baru) oil seeds obtained through pressing** Rev. Bras. Farmacogn., 25 (2015), pp. 522 - 525.

MARRONE, G.; GUERRIERO, C.; PALAZZETTI, D.; LIDO, P.; MAROLLA, A.; DI DANIELE, F.; NOCE, A. **Vegan diet health benefits in metabolic syndrome** Nutrients, 13 (2021), p. 817.

MARTÍN, R.; MIQUEL, S.; BENEVIDES, L.; BRIDONNEAU, C.; ROBERT, V.; HUDAULT, S.; CHAIN, F.; BERTEAU, O.; AZEVEDO, V.; CHATEL, J. M.; SOKOL, H.; BERMÚDEZ-HUMARÁN, L. G.; THOMAS, M.; LANGELLA, P. **Functional characterization of novel *Faecalibacterium prausnitzii* strains isolated from healthy volunteers: a step forward in the use of *F. prausnitzii* as a next-generation probiotic** Front micrbiol. (2017)

MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, M. A.; BES-RASTROLLO, M. **Nut consumption, weight gain and obesity: Epidemiological evidence** Nutr Metab Cardiovasc Dis, 21 (2011), pp. S40 – S45

MATTES, R. D.; KRIS-ETHERTON, P. M.; FOSTER, G. D. **Impact of peanuts and tree nuts on body weight and healthy weight loss in adults** J Nutr, 138 (2008), pp. 1741S – 1745S.

MAVROS, C. F.; RONDA, C. **Microbiome and metabolism: Advancements in microbiome engineering**, Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research, Volume 27, 2022.

MAZZOCCHI, S.; VISAGGI, P.; BARONI, L. **Plant-based diets in gastrointestinal diseases: which evidence?** Best Practice & Research Clinical Gastroenterology, 2023.

MCKIERNAN, F.; LOKKO, P.; KUEVI, A.; SALES, R. L.; COSTA, N. M.; BRESSAN, J. et al. **Effects of peanut processing on body weight and fasting plasma lipids** Br J

Nutr, 104 (2010), pp. 418 – 426.

MILLER, O. Laboratório para o clínico. – 8. Ed – São Paulo. Editora Atheneu, 1995.

MOMČILOVIĆ, B. et al. **High hair selenium mother to fetus transfer after the Brazil nuts consumption.** Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, v. 33, p. 110–113, jan. 2016.

MUSA-VELOSO, K.; PAULIONIS, L.; POON, T.; LEE, H. Y. **The effects of almond consumption on fasting blood lipid levels: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials** J Nut Sci, 5 (2016), p. e34.

NUNES, Â.; FAVARO, S.; MIRANDA, C.; NEVES, V. **Preparation and characterization of baru (*Dipteryx alata* Vog) nut protein isolate and comparison of its physicochemical properties with commercial animal and plant protein isolates.** J Sci Food Agric. MAR, N 8, V3, P 234 – 245, 2016.

OLIVEIRA-ALVES, S. C.; PEREIRA, R. S.; PEREIRA, A. B.; FERRERA, A.; MECHA, E.; SILVA, A. B.; SERRA, A. T.; BRONZE, M. R. **Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect** Food Res. Int., 131 (2020), Article 109026

O'NEIL, C. E.; FULGONI 3rd, V. L.; NICKLAS, T. A. Tree Nut consumption is associated with better adiposity measures and cardiovascular and metabolic syndrome health risk factors in U. S. Adults: nhanes 2005-2010 Nutr J, 14 (2015), p. 64.

OTTMAN, N. et al. **The function of our microbiota: who is out there and what do they do?** Front Cell Infect Microbiol, v. 9, n. 2, p. 104, 2012.

PASSOS, C. J. S. et al. **Elevated blood selenium levels in the Brazilian Amazon.** Science of The Total Environment, v. 366, n. 1, p. 101–111, 2005.

PEREDA, J. A. O.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MIGUILLÓN, G. D. G. de F.; PERALES, L. de la H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos.** v. 1. Componentes dos Alimentos e Processos. MURAD, F. (tradução). Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

PINHO, C. P. et al. **Prevalence of abdominal obesity and associated factors among individuals 25 to 59 years of age in Pernambuco State, Brazil.** Cad Saude Publica, v. 29, n. 2, p. 313-24, Feb 2013.

PLOVIER, H.; EVERARD, A.; DRUART, C.; DEPOMMIER, C.; VAN HUL, M.; GEURTS, L.; et al. **A purified membrane protein from *Akkermansia muciniphila* or the pasteurized bacterium improves metabolism in obese and diabetic mice.** Natura Med, 23 (2017), pp. 107- 113.

PRASAD, A. S.; BECK, F. W. J.; BAO, B.; FITZGERALD, J. T.; SNELL, D. C.; STEINBERG, J. D.; LAVOISIER, J. C. **Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress.** American Journal of Clinical Nutrition, Bethesda, v. 83, n. 3, p. 837-844, 2007.

RAJARAM, S.; CONNELL, K. M.; SABATE, J. **Effect of almond-enriched high-monounsaturated fat diet on selected markers of inflammation: a randomized, controlled, crossover study** *Br J Nutr*, 103 (2010), pp. 907 – 912.

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

REIS, M. Á.; NOVAES, R. D.; BAGGIO, S. R.; VIANA, A. L. M.; SALLES, B. C. C.; DUARTE, S. M. D. S.; RODRIGUES, M. R.; PAULA, F. B. D. A. **Hepatoprotective and antioxidante activities of oil from baru almonds (*Dipteryx alata* Vog.) in a preclinical model of lipotoxicity and dyslipidemia** *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2018.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M.T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado.** In SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. De; RIBEIRO, J. F. (Ed.) *Cerrado: ecologia e flora v. 2.* Brasília: Embrapa Cerrados, 2008. 876 p.

RIBEIRO, T.; FUMAGALLI, M. C.; VALADARES, D.; FRANCA, J.; LAGE, P.; DUARTE, M.; ANDRADE, P.; MARTINS, V.; COSTA, L.; ARRUDA, A.; FARACO, A.; COELHO, E.; CASTILHO, R. **Antileishmanial activity and cytotoxicity of Brazilian plants** *Exp. Parasitol*, 143 (1) 2014, pp. 60-68

RIDAURA, V. K.; FAITH, J. J.; REY, F. E.; CHENG, J.; DUNCAN, A. E.; KAU, A. L.; GRIFFIN, N. W.; LOMBARD, V.; HENRISSAT, B.; BAIN, J. R.; MUEHLBAUER, M. J.; ILKAYEVA, O.; SEMENKOVICH, C. F.; FUNAI, K.; HAYASHI, D. K.; LYLE, B. J.; MARTINI, M. C.; URSELL, L. K.; CLEMENTE, J. C.; TREUREN, W. V.; WALTERS, W. A.; KNIGHT, R.; NEWGARD, C. B.; HEATH, A. C.; GORDON, J. I. **Gut Microbiota from Twins Discordant for Obesity Modulate Metabolism in Mice,** *Journal Article*, 2013, *Science*.

ROBERFROID, M.; GIBSON, G. R.; HOYLES, L.; MCCARTNEY, A. L.; RASTALL, R.; ROWLAND, I.; WOLVERS, D.; WATZL, B.; SZAJEWSKA, H.; STAHL, B.; GUARNER, F.; RESPONDEK, F.; WHELAN, K.; COXAM, V.; DAVICCO, M. J.; LÉOTOING, L.; WITTRANT, Y.; DELZENNE, N. M.; CANI, P. D.; NEYRINCK, A. M.; MEHEUST, A. **Prebiotic concept and health.** *British Journal of Nutrition*, London, v. 104, suppl. 2, p. S1- S63, 2010.

ROCHA, A. V. **Status de selênio de uma população residente em área de risco de contaminação por mercúrio. Influência de polimorfismos e ação sobre o estresse oxidativo.** Universidade de São Paulo, p. 0–123, 2015.

ROCHFORT, S.; PANOZZO, J. **Phytochemicals for health, the role of pulses** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (2007), pp. 7981 – 7994.

ROLLS, B. J. **Dietary energy density: applying behavioural science to weight management** *Nutr Bull*, 42 (3) (2017), pp. 246-253.

RYAN, P. M.; DELZENNE, N. M. Chapter 18 – **Gut Microbiota and Metabolism**, Editor (s): Niall Hyland, Catherine Stanton, *The Gut-Brain Axis*, Academic Press, 2016, pp. 391 – 401.

SANTACRUZ, A.; COLLADO, M.; GARCIA-VALDES, L.; SEGURA, M.; MARTIN-LAGOS, J.; ANJOS, T.; et al. **Gut microbiota composition is associated with body**

weight, weight gain and biochemical parameters in pregnant women British Journal of Nutrition, 104 (2010), pp. 83 – 92.

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 amêndoa de baru.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, N. 2, P. 159 – 165, ABR./JUN. 2012.

SARRABAYROUSE, G.; BOSSARD, C.; CHAUVIN, J. M.; JARRY, A.; MEURETTE, G.; QUÉVRAIN, E.; BRIDONNEAU, C.; PREISSER, L.; ASEHNOUNE, K.; LABARRIÈRE, N.; ALTARE, F.; SOKOL, H. **CD4CD8 $\alpha\alpha$ lymphocytes, a novel human regulatory T cell subset induced by colonic bacteria and deficient with inflammatory bowel disease** PLoS Biol. (2014).

SARTURI, J. B.; NEVES, J.; PERES, K. G. [**Obesity in adults: a population based study in a small town in South of Brazil, 2005**]. Cienc Saud Col, v. 15, n. 1, p. 105-13, Jan 2010

SCHINCAGLIA, R. M.; CUPPARI, L.; NERI, H. F. S.; CINTRA, D. E.; SANT'ANA, M. R.; MOTA, J. F. **Effects of baru almond oil (*Dipteryx alata* Vog.) supplementation on body composition, inflammation, oxidative stress, lipid profile, and plasma fatty acids of hemodialysis patients: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial** Complement. Ther. Med., 52 (2020), Article 102479

SCHINCAGLIA, R. M.; PIMENTEL, G. D.; PEIXOTO, M. D. R. G.; CUPPARI, L.; MOTA, J. F. **The effect of baru (*Dipteryx alata* Vog.) almond oil on markers of bowel habits in hemodialysis patients** Evid. Based Complement. Alternat. Med., 2021

SCHNEEBERGER, M.; EVERARD, A.; GÓMEZ-VALADÉS, A.; MATAMOROS, S.; RAMÍRES, S.; DELZENN, N.; et al. ***Akkermansia muciniphila* inversely correlates with the onset of inflammation, altered adipose tissue metabolism and metabolic disorders during obesity in mice.** Scientific Reports, 5 (2015), pp. 16643 – 16657.

SHIN, N.; LEE, J.; LEE, H.; KIM, M.; WHON TAE, W.; LEE, M.; et al. **An increase in the *Akkermansia* spp. Population induced by metformin treatment improves glucose homeostasis in diet-induced obese mice.** Gut, 63 (2014), pp. 727 -735.

SILVA, M. C. **Avaliação da quantidade microbiológica de alimentos com a utilização de metodologias convencionais e do sistema SimPlate.** Dissertação (mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

SILVA, R. F. da; ASCHERI, J. L. R.; SOUZA, J. M. L. de. **Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-brasil.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 34, n. 2, p. 445-450, mar./abr. 2010.

SILVÉRIO, M. D. O.; CASTRO, C. F. S.; MIRANDA, A. R. **Antioxidant and inhibitory action on tyrosinase from *Dipteryx alata* Vogel (Baru) leaves.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v. 15, n. 1, p. 59 – 65, 2013.

SIQUEIRA, E. M. A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. S. B.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. **Consumption of baru seeds (*Dipteryx alata* Vog.), a Brazilian savana nut, prevents iron- induced oxidative stress in rats** Food Res Int, 45 (2012), pp. 427-433

SIQUEIRA, A. P. S.; PACHECO, M. T. B.; NAVES, M. M. V. **Nutritional quality and bioactive compounds of partially defatted baru almond flour.** Food Sci. Technol (Campinas) 35 (1) 2015.

SMETHERS, A. D.; ROLLS, B. J. **Dietary management of obesity: cornerstones of healthy eating patterns** Med Clin, 102 (1) (2018), pp. 107-124.

SOBAL, J.; MAURER, D. Interpreting Weight: **The Social Management of Fatness and Thinness.** New York: Aldine de Gruyter, 1999, 264 p.

SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C., ALVES, A. M., FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. **Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut.** Food Research International, 44 (7) (2011) pp. 2319 – 2325.

SOUZA, A. R.; WEISER, V. L.; CAVASSAN, O.; BANNACH, G.; ALARCON, R. T. **Caracterização térmica do súber de espécies do Cerrado.** Brazilian Journal of Thermal Analysis, v. 7, p. 219-222, 2015.

SOUZA, R. G. M de., GOMES, A. C.; NAVARRO, A. M.; CUNHA, L. C. da.; SILVA, M. A. C.; JUNIOR, F. B.; MOTA, J. F. **Baru almonds increase the activity of glutathione peroxidase in overweight and obese women: a randomized, placebo-controlled trial** Nutrients, 11 (8) 2019.

SOUZA, R. G. M. de; GOMES, A. C.; DE CASTRO, I. A.; MOTA, J. F. **A baru almond-enriched diet reduces abdominal adiposity and improves high-density lipoprotein concentrations: a randomized, placebo-controlled trial** Nutrition, 55-56 (2018), pp. 154-160

SOUZA, R. G.; GOMES, A. C.; NAVES, M. M.; MOTA, J. F. **Nuts and legume seeds for cardiovascular risk reduction: scientific evidence and mechanisms of action** Nutr Rev, 73 (6) (2015), pp. 335-347.

TABEE, E.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; JAGESTAD, M.; DUTTA, P. C. **Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden.** Journal of food Composition and Analysis, v. 21, n. 2, p. 169 – 177, 2008.

TAKEMOTO, E.; OKADA, I. A.; GARBELOTTI, M. L.; TAVARES, M.; AUED-PIMENTEL, S. **Chemical composition of seeds and oil of baru (*Dipteryx alata* Vog.) native from Pirenópolis, State of Goiás, Brazil,** Rev. Inst. Adolfo Lutz, 60 (2001), pp. 113-117.

TAN, S. Y.; MATTES, R. D. **Appetitive dietary and health effects of almonds consumed with meals or as snacks: a randomized, controlled trial** Eur J Clin Nutr, 67 (2013), pp. 1205 – 1214.

TANG, W. H. W.; HAZEN, S. L. **The contributory role of gut microbiota in cardiovascular disease,** The Journal of Clinical Investigation, 2014.

TAP, J.; et al. **Gut microbiota richness promotes its stability upon increased dietary fibre intake in healthy adults** Environ Microbiol, 17 (2015), pp. 4954 – 4964.

TEIXEIRA C.C.; BOAVENTURA R.P.; SOUZA A.C.S.; PARANAGUÁ T.T.B.; BEZERRA A.L.Q.; BACHION M.M.; BRASIL, V. V. **Aferição de sinais vitais: um indicador do cuidado seguro em idosos**. Texto Contexto Enferm, Florianópolis. Out-Dez, v. 24, n: 4, pg: 1071-8. 2015.

THOMSON, C. D. **Brazil nuts (*Bertholletia excelsa*): Improved Selenium Status and Other Health Benefits**. Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. [S.l: s.n.], 2011. p. 245–252.

THONSON A. B.; DROZDOWSKI, L.; IORDACHE, C.; et al. **Small bowel review: Normal physiology, part 2**. Dig Dis Sci 2003;48:1565-8.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. **Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata*, Vog)** Food Sci. Technol., 14 (1994), pp. 85-95.

TROSEID, M.; UELAND, T.; HOV, J. R.; SVARDAL, A.; GREGERSEN, I.; DAHL, C. P.; HALVORSEN, B.; KARLSEN, T. H.; AUKRUST, P.; GULLESTAD, L.; BERGER, R. K.; YNDESTAD, A. **Microbiota-dependent metabolite trimethylamine-N-oxide is associated with disease severity and survival of patients with chronic heart failure**, Journal of Internal Medicine, Volume 277, Issue 6, Pages 625 – 736, June 2015.

TURNBAUGH, P. J.; LEY, R. E.; MAHOWALD, M. A.; MAGRINI, V.; MARDIS, E. R.; GORDON, J. I. **An obesity-associated gut microbiome with increased capacity for energy harvest**. Nature. 2006.

VALLILO, M. I. TAVARES, M.; AUED, S. **Composição Química da Polpa e da semente do Fruto do Cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) - Caracterização do óleo da semente**. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 2, n. 2. 115-125.

VAN HORN, L.; MC COIN, M.; KRIS-ETHERTON, P.; BURKE, F.; CARSON, J.; CHAMPAGNE, C. **The evidence for dietary prevention and treatment of cardiovascular disease** Journal of the American Dietetic Association, 108 (2008), pp. 287 – 331.

VERA, R. **Caracterização física e química de frutos de barueiro (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no cerrado do Estado de Goiás, Brasil**. 2007. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

VERA, R; SOARES JUNIOR, M. S.; NAVES, R. V., SOUZA, E.D.; FERNANDES, E. P.; CALIARI, M.; LEANDRO, W. M. **Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do estado de Goiás, Brasil**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 31, n. 01, p. 112 – 118, 2009.

VIECO-SAIZ, N.; BELGUESMIA, Y.; RASPOET, R.; AUCLAIR, E.; GANCEL, F.; KEMPF, I.; DRIDER, D. **Benefits and inputs from lactic acid bacteria and their bacteriocins as alternatives to antibiotic growth promoters during food-animal production** Frontiers in Microbiology, 10 (2019), pp. 1-17.

VIEIRA-SILVA, S.; FALONY, G.; BELDA, E.; et al. **Station therapy is associated with lower prevalence of gut microbiota dysbiosis**. Nature 581, 310 – 315 (2020).

VINOLO, M. A.; RODRIGUES, H. G.; HATANAKA, E.; SATO, F. T.; SAMPAIO, S.

- C.; CRI, R. **Suppressive effect of short-chain fatty acids on production of proinflammatory mediators by neutrophils** *J Nutr Biochem*, 22 (2011), pp. 849 – 855.
- WALKER, A. W.; DUNCAN, S. H.; MCWILLIAM LEITCH, E. C.; CHILD, M. W.; FLINT, H. J. **pH and peptide supply can radically alter bacterial populations and short-chain fatty acid ratio within microbial communities from the human colon** *Appl Environ Microbiol*, 71 (2005) pp. 392 – 3700.
- WANG, H. B.; WANG, P. Y.; WANG, X.; WAN, Y. L.; LIU, Y. C. **Butyrate enhances intestinal epithelial barrier function via up-regulation of tight junction protein Claudin-1 transcription** *Dig Dis Sci*, 57 (2012), pp. 3126 – 3135.
- WARAHO, T.; McCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. **Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions**. *Trends in Food Science & Technology*, v. 22, n. 1, p. 3 – 13, 2011.
- WHO, **Obesity and overweight: World health organization** (2021). Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>> Acessado em 30 de outubro de 2022.
- WILLET, W. C. Food frequency methods. In: Willet W. C. **Nutritional Epidemiology**. New York: Oxford University Press, p. 74 – 100, 1998.
- WITECK, G. et al. **Índices antropométricos e fatores de risco cardiovascular entre mulheres residentes em uma área rural do estado do Rio Grande do Sul**. *Sci Med*, v. V.20, n.4, p. 282- 288, 2010.
- YAMAKOSHI, J.; TOKUTAKE, S.; KIKUCHI, M.; KUBOTA, Y.; KONISHI, H.; MITSUOKA, T. **Effect of proanthocyanidin-rich extract from grape seeds on human fecal flora and fecal odor** *Microb Ecol Health Dis*, 13 (2001), pp. 25 – 31.
- YAMASHITA, H.; FUJISAWA, K.; ITO, E.; IDEI, S.; KAWAGUCHI, N.; KIMOTO, M.; HIEMORI, M.; TSUJI, H. **Improvement of obesity and glucose tolerance by acetate in Type 2 diabetic Otsuka Long-Evans Tokushima Fatty (OLETF) rats**. *Biosci Biotechnol Biochem*. 2007.
- YANG, F.; CHEIN, G.; MA, M.; QUI, N.; ZHU, L.; LI, J. **Fatty acids modulate the expression levels of key proteins for cholesterol absorption in Caco-2 monolayer** *Lipids Health Dis*, 17 (2018), p. 23.
- YANG, J.; PAN, Z.; TAKEOKA, G.; MACKAY, B.; BINGOL, G.; BRANDL, M. T.; WANG, H. **Shelf-life of infrared dry-roasted almonds**. *Food Chemistry*, 138, 671 – 678, 2013.
- ZHANG, X.; SHEN, D.; FANG, Z.; JIE, Z.; QIU, X.; ZHANG, C.; CHEN, Y.; JI, L. **Human Gut Microbiota Changes Reveal the Progression of Glucose Intolerance**. *PLoS ONE* 2013, 8.
- ZIBAEENEZHAD, M. J.; OSTOVAN, P.; MOSAVAT, S. H.; ZAMIRIAN, M.; ATTAR, A. **Almond oil for patients with hyperlipidemia: A randomized open-label controlled clinical trial**, *Complementary Therapies in Medicine*, v. 42, 2019, pp. 33 – 36.

