



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO - PPGAN**

MARIA FABRÍCIA BESERRA GONÇALVES

**CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS, NUTRITIVAS E FUNCIONAIS DE
BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-
CAUPI (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp) E MEL DE ABELHA (*Apis Mellífera*)**

Teresina

2023

MARIA FABRÍCIA BESERRA GONÇALVES

**CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS, NUTRITIVAS E FUNCIONAIS DE
BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-
CAUPI (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp) E MEL DE ABELHA (*Apis Mellífera*)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Doutora em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Prof^a Titular Dr^a Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

Teresina

2023

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do CCS
Divisão de Representação da Informação

G635c Gonçalves, Maria Fabrícia Beserra.
Características sensoriais, nutritivas e funcionais de barra de cereal
adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L.)
Walp) e mel de abelha (*Apis Mellífera*) / Maria Fabrícia Beserra
Gonçalves. – 2023.
147 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de
Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2023.
“Orientadora: Profa Titular Dr^a Regilda Saraiva dos Reis Moreira-
Araújo”

1. Feijão-caupi. 2. Barra de cereais. 3. Matéria-prima regional. 4.
Mel de abelha. I. Moreira-Araújo, Regilda Saraiva dos Reis. II. Título.


CDD 613. 28

MARIA FABRÍCIA BESERRA GONÇALVES

**CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS, NUTRITIVAS E FUNCIONAIS DE BARRA DE
CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI (*Vigna
Unguiculata* (L.) Walp) E MEL DE ABELHA (*Apis Mellífera*)**

Aprovada em: 30/06/23

Banca Examinadora:



Prof.^a Dr.^a Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo – UFPI/PPGAN
Orientadora/Presidente

Documento assinado digitalmente



ANA MARIA ATHAYDE UCHOA THOMAZ

Data: 26/07/2023 12:57:15-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a

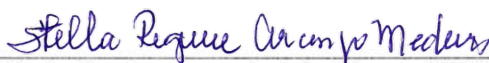
2 - IFPI

1º examinador



Prof.^a Dr.^a Eldina Castro Sousa - IFPI

2º examinador



Prof.^a Dr.^a Stela Regina Archanjo Medeiros – UFPI/PPGAN

3º examinador



Prof.^a Dr.^a Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão – UFPI/PPGAN

4º examinador

Prof.^a Dr.^a Vanessa Dias Capriles - UNIFESP

1º Suplente

Prof. Dr. Alessandro de Lima - IFPI

2º Suplente

DEDICATÓRIA

A minha mãezinha, Antônia Beserra Gonçalves (*in memoriam*), por ser minha maior
incentivadora e exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me proporcionado saúde ao longo da minha trajetória, o bem mais precioso e o que nos torna aptos para o trabalho.

À professora Dr^a Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo pela convivência, carinho e aprendizado. Perto dela nos sentimos fortes, protegidos e com a certeza de que podemos ir além do que imaginamos. Coordenar, exercer funções administrativas e qualificar pessoas é sua grande marca. Obrigado professora, por cada conselho, incentivo e por não medir esforços para o sucesso dos seus orientandos. Serei eternamente grata pelas oportunidades e por todo seu esforço em nos fazer ir além, pelas oportunidades que me proporcionou, por me tornar uma profissional melhor!!

Ao professor Marcos Antônio da Mota Araújo pela atenção, análise das estatísticas dos dados e sobretudo pela paciência na orientação, muito obrigada.

À Universidade Federal do Piauí pela excelência no Ensino, Pesquisa, Extensão e Internacionalização.

A todos os Docentes do programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), pelo conhecimento proporcionado.

Aos professores membros da banca de qualificação e defesa, por contribuírem com seus conhecimentos e as correções do trabalho desde a pré-banca, em especial a Prof.^a Dr^a Amanda Castro por todo apoio nessa reta final.

Ao Departamento de Nutrição da UFPI, a chefia (Prof.^a Dr^a Ivone Freires), as professoras coordenadoras dos laboratórios LASA (Prof.^a Dr^a Regilda Saraiva) e Técnica Dietética (Prof.^a Dr^a Poliana Fonseca), que sempre me apoiaram quando precisei me ausentar, e aos colegas técnicos (Sr. Carlos Portela, Sr. José Lima e Mariana Lenara) pelo incentivo e apoio.

Aos amigos Luana Pereira da Silva, Karoline de Melo Silva, Gerciane Maria da Costa Silva, Ianca Emanuelle da Silva Abreu, Sr. Osvaldo Pereira de Santana, pela atenção e ajuda e a D. Maísa de Jesus Oliveira da Silva por sua amizade, companheirismo, dedicação e carinho.

À amiga Ana Karine pelo auxílio nos momentos diários de convivência nos laboratórios, cuja colaboração foi essencial para realização desta pesquisa. Por todo carinho e companheirismo, por toda ajuda e troca de conhecimentos, por todo apoio e amizade no decorrer desses anos.

À amiga Prof.^a Dr^a Clélia de Moura Fé Campos, pelo apoio e carinho, sempre com palavras de conforto e positividade nos momentos de dificuldade.

À minha família, minha filha (Maria Eduarda) e meu marido (Marcelo), minha fortaleza, por todo amor e companheirismo.

Aos meus pais, minha base, Mozar e Antônia (*in memoriam*) pela educação e amor incondicional e sacrifícios em prol da minha educação. Obrigado por não medir esforços para meu conforto e por ser meu apoio diante das adversidades.

Aos meus familiares por terem contribuído para minha evolução e crescimento pessoal, meus irmãos, Fatima, Flávia, Fábria, Marcos e meus sogros, Domingas e Fernandes, por me tratarem como filha e me dar todo apoio e amor.

Por fim, agradeço à vida por tantas bênçãos e sonhos realizados.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar características sensoriais, nutritivas e funcionais de uma barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha (*Apis mellifera*). As análises foram realizadas em dois momentos, no tempo zero e após trinta dias: microbiológica, atividade de água, pH, acidez, textura, composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante. A análise sensorial e a identificação de compostos fenólicos, foram realizadas uma única vez. Foram realizados teste de aceitação pelo teste de escala hedônica, intenção de compra e comparação múltipla. A barra estudada foi aceita sensorialmente, obteve ótima intenção de compra, apresentou estabilidade microbiológica e boas condições higiênico-sanitárias e de consumo, estando dentro dos limites previstos pela legislação vigente. A atividade de água determinada na barra encontrava-se dentro do teor esperado ($0,51 \pm 0,00$), ratificando a estabilidade microbiológica da mesma. Em relação aos parâmetros de textura houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros analisados, observando aumento da dureza após trinta dias em armazenamento sob temperatura ambiente. A textura é um fator importante na qualidade e aceitação dos alimentos, o uso de farinha de feijão-caupi mostrou-se viável no desenvolvimento de barra de cereal, pois se manteve em condições adequadas para consumo. A barra de cereal pesquisada apresenta como atributo nutricional alto conteúdo de fibras alimentares conforme a legislação vigente, pois exibiu níveis muito elevados de fibras alimentares ($19,67 \pm 1,15$), podendo afirmar que a incorporação da farinha de feijão-caupi possibilitou um incremento de 6,5 vezes a mais de fibras alimentares em relação a barra comercial. Apresentou teores de fenólicos totais ($51,04 \pm 5,96$), flavonóides totais ($38,99 \pm 0,63$), taninos condensados ($131,86 \pm 2,37$) e atividade antioxidante ($124,29 \pm 3,40$). Foram identificados alguns compostos fenólicos, como o ácido gálico ($1991,96 \pm 4,59$), ferúlico ($1,86 \pm 0,23$) e p-cumárico ($0,85 \pm 0,073$). O ácido gálico foi o composto fenólico mais abundante e o p-cumárico o menos abundante. A barra estudada obteve ótima aceitação, e mostrou que a utilização da farinha de feijão-caupi, cultivar BRS Tumucumaque, promoveu um aumento no valor nutritivo do produto desenvolvido, proteínas e fibras, indicando que o uso dessa matéria-prima regional na produção de barras de cereais é uma ótima escolha no aporte de nutrientes, compostos bioativos e atividade antioxidante, podendo auxiliar na prevenção de doenças e manutenção da saúde.

Palavras-chaves: Feijão-caupi; Barra de cereais; Matéria-prima regional; Mel de abelha.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the sensory, nutritional and functional characteristics of a cereal bar added with whole cowpea flour (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and bee honey (*Apis mellifera*). The analyzes were carried out in two moments, at time zero and after thirty days: microbiological, water activity, pH, acidity, texture, centesimal composition, bioactive compounds, antioxidant activity. Sensory analysis and identification of phenolic compounds were performed only once. Acceptance tests were performed using the hedonic scale test, purchase intention and multiple comparison. The studied bar was sensorially accepted, obtained excellent purchase intention, presented microbiological stability and good hygienic-sanitary and consumption conditions, being within the limits foreseen by the current legislation. The water activity determined in the bar was within the expected content (0.51 ± 0.00), confirming its microbiological stability. Regarding texture parameters, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) in all analyzed parameters, observing an increase in hardness after thirty days in storage at room temperature. Texture is an important factor in the quality and acceptance of food, the use of cowpea flour proved to be viable in the development of cereal bars, as it remained in suitable conditions for consumption. The researched cereal bar has a high content of dietary fiber as a nutritional attribute, in accordance with current legislation, as it exhibited very high levels of dietary fiber (19.67 ± 1.15), suggesting that the incorporation of cowpea flour enabled a increase of 6.5 times more dietary fiber compared to the commercial bar. It presented contents of total phenolics (51.04 ± 5.96), total flavonoids (38.99 ± 0.63), condensed tannins (131.86 ± 2.37) and antioxidant activity (124.29 ± 3.40). Some phenolic compounds were identified, such as gallic acid (1991.96 ± 4.59), ferulic acid (1.86 ± 0.23) and p-coumaric acid (0.85 ± 0.073). Gallic acid was the most abundant phenolic compound and p-coumaric the least abundant. The studied bar obtained excellent acceptance, and showed that the use of cowpea flour, cultivar BRS Tumucumaque, promoted an increase in the nutritional value of the developed product, proteins and fibers, indicating that the use of this regional raw material in the production of bars of cereals is a great choice in the supply of nutrients, bioactive compounds and antioxidant activity, which can help in the prevention of diseases and maintenance of health.

Keywords: Cowpea beans; Food bar; Regional raw material; Bee's honey.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

1 -	Fluxograma da elaboração da barra de cereal.....	34
2 -	Barra de cereal adicionada de feijão-caupi e mel.....	35
3-	Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos...	36
4-	Análise Descritiva quantitativa.....	36
5-	Teste de compressão/TPA.....	42
6 -	Cromatograma dos padrões de fenólicos em 280 λ	46
7-	Cromatograma dos padrões de fenólicos em 320 λ	47
8 -	Informação nutricional da barra de cereal adicionada de feijão-caupi e mel de abelha.....	104

LISTA DE QUADROS

1 -	Quadro 1.....	23
2-	Quadro 2.....	24

LISTA DE TABELAS

1 -	Porcentagem de matérias-primas utilizadas na elaboração das barras de cereal.....	35
-----	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E FÓRMULAS QUÍMICAS

ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
BHI	Caldo <i>Brain Heart Infusion Broth</i>
CFT	Compostos Fenólicos Totais
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DCNTs	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
DPPH	2,2-Difenil-1-picrilidrazil
EC	Caldo <i>Escherichia Coli</i>
EC	Equivalente a Catequina
EQ	Equivalente a Quercetina
FA	Fibra Alimentar
FAI	Fibra Alimentar Insolúvel
FAS	Fibra Alimentar Solúvel
FAT	Fibra Alimentar Total
GAE	<i>Gallic Acid Equivalents</i>
HE	<i>Agar Hecktoen</i>
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
LABROMBIOQ	Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos
LASA	Laboratório de Análise Sensorial e Desenvolvimento de Produtos
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
LST	Lauril Sulfato Triptose
NMP	Número Mais Provável
NUEPPA	Núcleo de Estudo, Pesquisa e Processamento de Alimentos
Ph	Potencial Hidrogeniônico
SPSS	<i>Statistical Packarge for the Social Sciences</i>
TEAC	<i>Antioxidant Capacity Equivalent to Trolox</i>
TROLOX	6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid
UFPI	Universidade Federal do Piauí
VET	Valor Energético Total

FÓRMULAS QUÍMICAS

AlCl ₃	Cloreto de Alumínio
DPPH	1,1-difenil-2-picril-hidrazila
HCl	Ácido Clorídrico
H ₂ SO ₄	Ácido Sulfúrico
KCl	Cloreto de Potássio
NaOH	Hidróxido de Sódio
NaNO ₂	Nitrito de Sódio
ABTS	Ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico
FRAP	Ferric reducing antioxidant potential

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	15
1 INTRODUÇÃO.....	16
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 Geral.....	18
2.2 Específicos.....	18
CAPÍTULO II.....	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
3.1 Barra de Cereal.....	20
3.2 Feijão caupi.....	21
3.3 Mel de Abelha.....	27
3.4 Compostos Fenólicos.....	29
CAPÍTULO III.....	32
4 METODOLOGIA.....	33
4.1 Local e período de estudo.....	33
4.2 Aquisição das Matérias-primas.....	33
4.3 Processamento da farinha integral feijão-caupi.....	33
4.4 Obtenção da barra de cereal.....	34
4.5 Análise Sensorial.....	35
4.6 Análise microbiológica.....	37
4.6.1 <i>Escherichia coli</i>	37
4.6.2 Bolores e Leveduras.....	37
4.6.3 <i>Salmonella</i> ssp.....	38
4.7 Composição Centesimal e Valor Energético Total.....	38
4.7.1 Umidade.....	38
4.7.2 Cinzas.....	38
4.7.3 Lipídios.....	39
4.7.4 Proteínas.....	39
4.7.5 Carboidratos.....	40
4.7.6 Fibras Alimentares.....	40
4.7.7 Valor Energético Total.....	41
4.8 Atividade de água (Aw).....	41
4.9 Determinação de pH e Acidez.....	41

4.10	Análise de Textura.....	42
4.11	Compostos bioativos.....	42
4.11.1	Elaboração dos extratos.....	42
4.11.2	Compostos Fenólicos Totais.....	42
4.11.3	Flavonoides Totais.....	43
4.11.4	Taninos condensados (Proantocianidinas).....	43
4.12	Determinação da Atividade Antioxidante.....	44
4.12.1	Método de Captura de Radicais Livres (DPPH-2,2-difenil-1-picril-hidrazil).....	44
4.12.2	Método de Captura de Radicais Livres FRAP (ferric reducing antioxidant potential)...	44
4.12.3	Capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS (Ácido 2,2-azino-bis(3- etilbenzotiazolin)-6-sulfônico).....	45
4.13	Identificação e quantificação dos compostos fenólicos.....	45
4.13.1	Reagentes.....	45
4.13.2	Preparo dos solventes e soluções dos padrões.....	46
4.13.3	Condições cromatográficas.....	46
4.13.4	Amostras.....	47
4.14	Análise estatística.....	47
4.15	Aspectos éticos.....	47
	CAPÍTULO IV	48
5	RESULTADOS	49
5.1	ARTIGO CIENTÍFICO I.....	49
	Composição química e atividade antioxidante de barra de cereal fonte de fibras alimentares e compostos fenólicos.....	49
5.2	ARTIGO CIENTÍFICO II.....	66
	Caracterização sensorial, físico-química, microbiológica de barra de cereais adicionada de feijão caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp) e mel de abelha (Apis melífera).....	66
5.3	ARTIGO CIENTÍFICO III.....	86
	Identificação e Quantificação de Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante em Barra de Cereal.....	86
6	DISCUSSÃO GERAL	102
	CAPÍTULO V	107
7	CONCLUSÕES	108

8	SUGESTÕES E CONTRIBUIÇÕES.....	109
	REFERÊNCIAS.....	110
	CAPÍTULO VI.....	117
	APÊNDICES.....	118
	APÊNDICE A - Curva padrão de ácido gálico para determinação dos compostos fenólicos totais.....	119
	APÊNDICE B - Curva padrão de quercetina para determinação dos compostos flavonoides totais.....	120
	APÊNDICE C - Curva padrão de catequina para determinação dos compostos taninos condensados.....	121
	APÊNDICE D - Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical DPPH.....	122
	APÊNDICE E - Curva padrão de $\mu\text{molAAE/L}$ utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical ABTS.....	1123
	APÊNDICE F- Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical ABTS.....	124
	APÊNDICE G - Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical FRAP.....	125
	APÊNDICE H - Cromatograma de separação dos compostos fenólicos da Barra de cereal por HPLC-UV.....	126
	APÊNDICE I - Perfil de Textura da Barra de cereal TPA1 T0.....	127
	APÊNDICE J - Teste de compressão da Barra de cereal.....	128
	APÊNDICE K- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	129
	ANEXOS.....	131
	ANEXO 1- Teste de Escala Hedônica.....	132
	ANEXO 2- Teste de Intenção de Compra.....	133
	ANEXO 3- Teste de Comparação Múltipla	134
	ANEXO 4- Análise Descritiva Quantitativa.....	135
	OUTRAS PRODUÇÕES.....	136

I CAPÍTULO

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o estilo de vida mais saudável tem crescido continuamente e tem induzido o consumidor a ter atitudes que melhoram as condições de saúde e promovem o bem-estar. A introdução de alimentos com uma boa quantidade de fibras e proteínas fez com que as barras de cereais se tornassem uma opção de lanche, em virtude da procura de consumidores mais interessados por um estilo de vida mais saudável. Elas proporcionam maior praticidade de armazenamento, atendendo as demandas de consumidores que buscam praticidade (CZAIKOSKI *et al.*, 2016).

As barras de cereais, são produzidas a partir de uma mistura de cereais aglutinados como frutas desidratadas e ou cristalizadas, mel ou xarope de glicose e ou com outros ingredientes. Os ingredientes mais utilizados são aveia, trigo ou arroz e soja. Se destacam no mercado porque são alimentos prontos para o consumo, sendo o xarope de glicose o elemento agregador dos ingredientes da barra proporcionando rápida absorção de energia. Elas se destacam por seu conteúdo nutricional equilibrado, distribuído em gorduras, proteínas, vitaminas, minerais e alto conteúdo de fibras alimentares. O enriquecimento com vários nutrientes tornou-se uma opção para otimizar efeitos benéficos a saúde do consumidor, pois a associação entre barra de cereais e alimentos saudáveis se tornou uma tendência no setor alimentício. (SILVA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2019).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas sobre a utilização de ingredientes mais saudáveis na produção de barras de cereais, visando o incremento de novos ingredientes alimentícios, nutritivos e/ou funcionais. Baseado nisso, utilizou o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e o mel de abelha *Apis mellifera* no intuito de adicionar compostos bioativos, melhorar o valor nutritivo e funcional desse produto.

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma matéria-prima regional do nordeste brasileiro que faz parte de um programa de melhoramento genético da Embrapa meio norte. Essa leguminosa é comercializada como grão seco (mercado principal), grão imaturo (feijão verde), sementes e para uso em pratos locais, usado para vários fins e em diferentes sistemas de produção. Uma opção viável para o maior aproveitamento dessa matéria-prima é na forma de farinha na elaboração de produtos, contribuindo na melhoria da qualidade nutritiva dos mesmos (ANDRADE *et al.*, 2011; MOREIRA-ARAÚJO, *et al.*, 2009, MOREIRA-ARAÚJO, *et al* 2021).

A constituição química e nutricional do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varia consideravelmente de acordo com a cultivar, seus grãos possuem compostos bioativos, com destaque para os polifenóis, que possuem elevada atividade antioxidante, estando presente

principalmente no tegumento, conferindo a maior parte da coloração das sementes. As principais categorias de polifenóis presentes no caupi, são os ácidos fenólicos e flavonoides, em que a quantidade desses e as propriedades funcionais variam de acordo com a cultivar em estudo, e o tratamento aplicado (SOMBIÉ *et al.*, 2018; BARROS *et al.*, 2017; NDERITU *et al.*, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2017).

Moreira-Araújo *et al.* (2018) destacou que para agregar valor à essa leguminosa e evidenciar suas características funcionais, a identificação de compostos antioxidantes é de suma importância para o aumento de seu consumo. O desenvolvimento e enriquecimento de alimentos são estratégias de grande relevância na criação de novos produtos ou enriquecimento dos existentes, que possibilitam a melhoria da alimentação e nutrição da população e auxilia no controle das carências nutricionais (MOREIRA-ARAÚJO *et al.* 2021).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000) mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou secreções adocicadas de partes vivas de plantas e /ou excreções de insetos sugadores de plantas. O mel pode variar de acordo com a sua origem floral que influencia diretamente na sua composição física e química e características sensoriais (sabor e cor), e para fins de comercialização, o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção. E devido a essa vertente pela busca de uma alimentação saudável, houve um crescente aumento pela procura por produtos apícolas (ABADIO FINCO *et al.*, 2010; LIMA *et al.*, 2020).

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as características sensorial, físico-química, qualidade microbiológica, compostos antioxidantes em uma barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha (*Apis melífera*).

2 OBJETIVOS

2.1. Geral

- Avaliar características sensoriais, nutritivas e funcionais de barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha (*Apis mellífera*).

2.2. Específicos

- Analisar a aceitação, preferencia e intenção de compra da barra elaborada.
- Determinar a composição físico-química, atividade de água e textura da barra em estudo.
- Realizar a análise microbiológica.
- Verificar o teor de fenólicos totais e atividade antioxidante *in vitro*.
- Identificar e quantificar os principais compostos fenólicos presentes na barra de cereal.

II CAPÍTULO REFERENCIAL TEÓRICO

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Barra de Cereal

Buscar alimentos nutritivos, seguros e balanceados é o caminho certo para prevenir ou mesmo corrigir problemas de saúde como obesidade, diabetes, desnutrição, doenças cardíacas e outros que são causados em grande parte por erros nutricionais. Respondendo a esta tendência, foram criadas barras de cereais, um produto que passou a fazer parte da rotina e hábitos alimentares da população, por ser uma preparação que permite uma variedade de combinações. Estudos buscam cada vez mais a utilização de ingredientes que acrescentem valor nutritivo e funcional a este tipo de produto (CÓRDOVA *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2019).

Quando os cereais em barra foram inseridos no mercado, a intenção era de que esses produtos fossem uma opção mais saudável de *snacks* em comparação aos biscoitos e confeitos. Os *snacks* são produtos prontos para consumo, como é o caso das barras de cereais, e antes, pouca atenção era dada ao valor nutritivo desses produtos, mas a tendência de aumento do consumo de alimentos nutritivos e naturais levou a indústria a expandir a produção usando novos ingredientes (SILVA *et al.*, 2016).

De acordo com Cruz *et al.* (2011), as barras de cereais foram lançadas nos Estados Unidos na década de 1980 e tiveram um crescimento acumulado de 69% entre 2001 e 2006. O sucesso do produto resultou, em grande parte, devido à sua praticidade, e por atender às necessidades nutricionais e energéticas de diversos consumidores.

No Brasil não existem muitos estudos direcionados ao consumo de barras de cereais, os disponíveis, não são atuais, mas de grande relevância, e serviram de apoio para o presente estudo. No mercado brasileiro, o surgimento ocorreu em 1994 e a consolidação nacional foi em meados dos anos 2000, em razão da praticidade de seu consumo e quando surgiram novas indústrias alimentícias ao setor. O mercado foi amplo no período de 10 anos (2000-2010), eram comercializadas para auxiliar a suplementação de atletas, popularizando-se no mercado nacional através do apelo do consumo em massa e o mercado crescia cerca de 10% ao ano. (CANO, 2021).

Nesse contexto, foi elaborada a Resolução RDC nº 263, em 22 de setembro de 2005, pelo Ministério da Saúde, através da ANVISA, que define as barras de cereais como produtos obtidos de partes comestíveis de cereais, que podem ser submetidos a processos de maceração, moagem, extração, tratamento térmico e outros procedimentos produtivos seguros para alimentação. A

partir dessa definição proposta pelo Ministério da Saúde, aumentou o número de diversificações na produção de barras de cereais e novas empresas de alimentos aderiram ao segmento.

Segundo Lansing (2017), a produção de barras de cereais tradicionais passa pelas seguintes etapas de processamento: mistura, cozimento, formação e prensagem, resfriamento, corte, embalagem e armazenamento. Inicialmente, os ingredientes são pesados separadamente. Os cereais são misturados e a solução ligante preparada. A solução ligante é aquecida, homogeneizada e misturada aos cereais. Essa mistura é levada ao forno por 20 minutos a uma temperatura de 150 °C, após a massa resultante é moldada em forma de alumínio, prensada, resfriada, cortada em barras com 10 mm de espessura e embaladas.

O principal objetivo da formulação de barras de cereais é produzir produtos de qualidade nutricional e com sabor agradável. Para isso, os fabricantes usam uma variedade de ingredientes, como grãos integrais, frutas secas, nozes, sementes, mel e chocolate. Estas matérias-primas são combinadas em diferentes proporções para criar barras de cereais nutritivas e saborosas. Além desses ingredientes, os fabricantes estão também adicionando nutrientes e vitaminas a fim de aumentar a qualidade nutricional dessas mesmas. Muitas vezes, estes nutrientes são adicionados à formulação para fornecer energia suplementar, reduzir o risco de doenças cardiovasculares, melhorar a saúde óssea e dentária, dentre outros (ARRUDA *et al.*; 2021).

Tais produtos são ricos em carboidratos e possuem elevada concentração de fibras alimentares. Por possuírem baixo teor de gordura, são boas fontes de nutrientes para quem pratica atividades físicas ou para quem busca um lanche rápido e saudável. Além disso, as barras de cereais ajudam a saciar a fome e também são ótimas para serem incluídas no cardápio de crianças, pois são saborosas e fornecem nutrientes importantes para o bom desenvolvimento (MARQUEZ-VILLACORTA; PRETELL-VASQUEZ, 2018).

De acordo com Sousa (2018) uma barra de cereal deve conter em sua composição ingredientes secos, aglutinantes e compostos de revestimento, assim, as matérias-primas utilizadas na formulação deste novo produto enquadra-se dentro dessa composição, pois a farinha de feijão-caupi e o mel de abelha foram utilizados como ingredientes seco e aglutinante, respectivamente.

3.2 Feijão-caupi

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), de origem africana, foi introduzido no Brasil, Estado da Bahia, por colonizadores portugueses na segunda metade do século XVI. É considerado um importante componente na dieta de países em desenvolvimento da África,

América Latina e Ásia, e é uma preciosa fonte de proteína de baixo custo. No Norte e Nordeste do Brasil, o grão é um dos alimentos mais consumidos pela população de baixa renda. Os estados do Ceará, Piauí, Mato Grosso, Pernambuco, Bahia e Paraíba são os maiores produtores desta leguminosa (CAVALCANTE *et al.*, 2017).

É conhecido popularmente como feijão-de-corda, feijão macassa ou feijão macassar, na região nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-estrada ou feijão-da-colônia, na região Norte; feijão-miúdo, na região Sul; feijão catador e feijão gurutuba, em algumas regiões do Estado da Bahia e norte de Minas Gerais; e feijão fradinho, no Estado do Rio de Janeiro (NEVES *et al.*, 2011).

Dentre as principais características do feijão-caupi destacam-se a alta produção de grãos, o sabor agradável, a robustez, a resistência às pragas e doenças e a tolerância à seca. Além do consumo humano, o feijão-caupi é também uma importante fonte de alimento para o gado, devido à sua baixa toxicidade e à alta composição de proteínas (VIEIRA *et al.*, 2021).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) possui grande quantidade de nutrientes essenciais para o bom funcionamento do organismo, como magnésio, ferro, cobre, zinco, potássio, manganês, selênio, cálcio, fósforo, vitamina B1 e vitamina B6. Estes nutrientes são importantes para o bom funcionamento do organismo, pois eles são responsáveis pelo crescimento, manutenção e regeneração dos tecidos do corpo e são essenciais para o metabolismo de carboidratos, gorduras e proteínas. Além desses nutrientes, o feijão-caupi possui fitoquímicos, como alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas e fitosteróis, que possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, e podem prevenir e tratar doenças como câncer, e doenças cardiovasculares (MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2018).

Diante do exposto, elaborou-se o Quadro 1 com principais estudos sobre o valor nutritivo e funcional do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

Neste quadro pode -se observar que dependendo da cultivar, a quantidade de compostos fenólicos e atividade antioxidante variam, a cultivar BRS- Tumucumaque utilizada no estudo, variou de 177 a 297 mg GAE.100 g⁻¹, e atividade antioxidante de 551.5 a 837,73 µmol. Trolox.100g.⁻¹

Quadro 1. Conteúdo de compostos fenólicos totais, identificados e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi.

AUTOR	CULTIVAR FEIJÃO-CAUPI	FENÓLICOS TOTAIS (mg GAE.100 g ⁻¹)	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (μ mol. Trolox.100g ⁻¹)	COMPOSTOS FENÓLICOS IDENTIFICADOS
KANG <i>et al.</i> , 2016	Feijão mungo, feijão-caupi, preto e azuki	Após 5 dias de brotação, o teor de fenólicos no feijão mungo, feijão-caupi, aumentou 2 vezes, enquanto que no feijão preto e no feijão azuki aumentou cerca de 50% e 25%, respectivamente.	Variou de 7,44 a 20,80%, observou que os níveis de atividade antioxidante dependem tanto das concentrações quanto dos tipos de fenólicos.	ácido p-hidroxibenzóico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido siríngico, Vanilina, ácido ferúlico, ácido sinápico, ácido p-cumárico, ácido benzóico, ácido elágico, ácido cinâmico.
BARROS <i>et al.</i> , 2017	BRS Milênio BRS Aracê BRS Tumucumaque BRS Xiquexique	132.83 \pm 3.12 205.10 \pm 2.89 177.07 \pm 0.78 199.05 \pm 1.98	DPPH (566.0 \pm 9.67) DPPH (614.7 \pm 5.43) DPPH (551.5 \pm 4.89) DPPH (575.4 \pm 7.98)	-
CAVALCANTE, <i>et al.</i> , 2017	BRS Marataoã, BR 17 - Gurguéia BRS Itaim BRS Cauamé BRS Guariba	295,23 255,67 132,32 98,14 89,43	DPPH (2586.3 \pm 72.7) DPPH (2008.1 \pm 63.4) DPPH (736.2 \pm 28.5) DPPH (465.6 \pm 16.5) DPPH (362.9 \pm 17.4)	-
MOREIRA-ARAÚJO <i>et al.</i> , 2017	BRS Tumucumaque Pingo de Ouro 1-2	177 \pm 0.78 437 \pm 2.48	DPPH (552 \pm 2.89) DPPH (666 \pm 2.28)	ácido gálico; catequina, epicatequina ácido ferúlico, ácido clorogênico.
MOREIRAARAÚJO <i>et al.</i> , 2018	BRS Xiquexique	199.05 \pm 1.98	DPPH (575.4 \pm 2.98) ABTS (608.5 \pm 2.09)	Catequina, epicatequina, ácido gálico, ácido ferúlico e ácido clorogênico.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Quadro 1 (continuação). Conteúdo de compostos fenólicos totais, identificados e atividade antioxidante de cultivares de feijão-caupi.

AUTOR	CULTIVAR FEIJÃO-CAUPI	FENÓLICOS TOTAIS (mg GAE.100 g ⁻¹)	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE (μ mol. Trolox.100g ⁻¹)	COMPOSTOS FENÓLICOS IDENTIFICADOS
SOMBIÉ <i>et al.</i> , 2018	31 variedades de feijão-caupi.	Variou de 692,03 \pm 9,58 a 63,14 \pm 4,45 mg GAE/100 g	As variedades, especialmente de sementes coloridas possuem maior teor de fenólicos totais, teor de flavonoides totais, redução férrica. Além disso, possuem atividade antioxidantes e anti-peroxidação lipídicas significativas.	-
BARROS <i>et al.</i> , 2020	BRS-Tumucumaque	297,23 \pm 4,24	ABTS (837,73 \pm 15,40) FRAP (453,11 \pm 6,79)	Gálico, Clorogênico, Caféico, p-cumárico, Ferúlico
VIEIRA <i>et al.</i> , 2021	Costela de Vaca BRS Marataoã BRS Itaim BR 17-Gurgueia BRS Novaera Paulistinha Setentão Patativa	70,48 87,74 61,69 44,19 45,00 81,58 79,39 79,44	DPPH (119,04) DPPH (218,71) DPPH (239,56) DPPH (147,76) DPPH (276,11) DPPH (163,53) DPPH (129,32) DPPH (147,92)	-

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Vários fatores determinam a qualidade e a concentração desses nutrientes no feijão, como as condições ambientais e climáticas, como temperatura, precipitação e luz solar, influenciam diretamente na produção de nutrientes no feijão, pois quanto maior a luz solar e a temperatura, mais nutrientes serão produzidos. Há também o método de semeadura que influencia na qualidade e na concentração dos nutrientes do feijão, pois quando é feita em camadas proporciona um sistema de drenagem melhor e ajuda a aumentar a qualidade dos nutrientes (MARQUEZI, 2013).

O tempo de colheita também é importante, pois os nutrientes são mais concentrados quando os grãos de feijão são colhidos cedo. Assim como as condições de armazenamento, pois a exposição a temperaturas muito altas ou baixas, umidade ou luz solar excessiva pode destruir ou reduzir os nutrientes. Por fim, há o modo de preparo, que também desempenha um papel relevante na qualidade e na concentração dos nutrientes, uma vez que cozinhar o feijão por muito tempo ou adicionar sal pode reduzir a sua quantidade de nutrientes (GLAHN *et al.*, 2016). Destaca-se que para agregar valor à essa leguminosa e evidenciar suas características funcionais, a identificação de compostos antioxidantes é de suma importância para o aumento de seu consumo (MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2018; MOREIRA-ARAÚJO *et al.* 2021).

O desenvolvimento e enriquecimento de alimentos são formas relevantes na criação de novos produtos ou enriquecimento dos existentes, que possibilitam a melhoria da alimentação e nutrição da população e auxilia no controle das carências nutricionais. (MOREIRA-ARAÚJO *et al.* 2021). Dessa forma, a utilização dessa matéria-prima na forma de farinha possibilita novas aplicações tecnológicas, conforme estudos abordados no Quadro 2, em que a maioria absoluta desses produtos se concentram na área da panificação.

Quadro 2. Aplicações tecnológicas do Feijão-caupi.

AUTOR/ANO	PRODUTO	RESULTADOS
CAVALCANTE, <i>et al.</i> , 2016	Pão de queijo enriquecido com feijão-caupi Biofortificado e suas características sensoriais, nutritivas e funcionais.	Melhora do conteúdo de proteínas, vitaminas e minerais, como também a qualidade tecnológica do produto
LIMA <i>et al.</i> , 2018	Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage	Baixo teor de gordura e baixo consumo de energia e mostrou boa aceitação sensorial e estabilidade microbiológica.
SOUZA <i>et al.</i> 2018	Propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais de biscoito tipo cookie sem glúten, desenvolvido com arroz de diferentes teores de amilose e feijão caupi	Avaliou os efeitos de farinhas mistas de arroz, com diferentes teores de amilose e feijão-caupi sobre propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais de biscoitos tipo cookie e conclui-se que a farinha de feijão apresentou maiores teores de proteína.
CAVALCANTE <i>et al.</i> , 2018	Pão de queijo enriquecido com feijão-caupi biofortificado e suas características sensoriais, nutritivas e funcionais	Aumentou significativamente os níveis de minerais, cobre, ferro, fósforo, magnésio, manganês e zinco, por outro lado, as concentrações de sódio e cálcio foram diminuídas.
LANDIM <i>et al.</i> , 2019	Composição centesimal de cookies a base de farinhas variadas	Apresentaram aumento em relação aos teores de umidade, cinzas, minerais, proteínas, lipídios e fibras.
ABREU <i>et al.</i> , 2020	Development of a nugget based on the acerola residue (<i>Malpighia emarginata</i> D.C) and cowpea (<i>Vigna unguiculata</i> L.)	A preferência pelo “nugget” com resíduo de acerola e feijão-caupi foi similar à preferência pelo produto padrão. Na ADQ foi descrito: aparência, aroma, sabor e textura, respectivamente: “nugget” com cobertura e textura crocante e macia, aroma e sabor de frango.
MAIA <i>et al.</i> , 2020	Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour	A utilização de farinhas de feijão-caupi em formulações, se apresentam como uma ótima alternativa na formulação de biscoitos, boa fonte de proteínas, fibras, carboidratos e minerais essenciais (principalmente K, Ca e P), melhorando a qualidade nutricional do produto final.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Baseado nisso, e em resultados de pesquisa realizada anteriormente por Moreira-Araújo *et al.* (2017), utilizou a farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) da cultivar BRS-Tumucumaque como ingrediente seco na elaboração da barra de cereal em estudo.

3.3 Mel de Abelha

De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Mel Nº 11, de 20 de outubro de 2000 (BRASIL, 2000), o mel pode ser classificado pela origem (mel floral ou multifloral), procedimento de obtenção de mel do favo (mel escorrido, prensado, centrifugado), pela apresentação e/ou processamento (mel, mel em favos ou secções, mel em pedaços de favo, mel cristalizado ou granulado, mel cremoso e mel filtrado). Além disso, no mesmo Regulamento Técnico são apresentadas ainda definições para ambos os méis, características sensoriais, físico químicas, aditivos, contaminantes, higiene, rotulagem, métodos de análise e amostragem, dentre outras informações.

O mel pode sofrer variações de acordo com a sua origem floral que influencia diretamente na sua composição física, química e características sensoriais como sabor e cor do mel, e por tal motivo, para fins de comercialização, o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção (ABADIO FINCO; MOURA; SILVA, 2010).

Define-se como mel floral o obtido a partir do néctar das flores, que se divide em mel monofloral têm origem de uma mesma espécie e polifloral originado a partir de diferentes espécies e o mel de melato é obtido a partir de secreções de partes vivas das plantas. O mel floral e melato possuem padrões de qualidades diferenciados.

O mel apresenta uma diversidade de compostos químicos sendo considerado uma matriz complexa (CAMPOS *et al.*, 2003; MARENDA *et al.*, 2011) contendo centenas de compostos (AL *et al.*, 2009; ALVAREZ-SUAREZ *et al.*, 2012). Os principais monossacarídeos encontrados são a frutose e glicose sendo os componentes majoritários esses carboidratos variando de 70 a 80 % (MARENDA *et al.*, 2011), o que torna este produto um alimento de alto valor energético (KAROUI *et al.*, 2007).

Sendo a água o segundo composto com grande importância na composição química do mel (GOMES; SANTOS, 2016), seguido da presença de vários outros componentes como ácidos orgânicos, minerais, vitaminas, enzimas, polifenóis, carotenoides, lipídios, componentes aromáticos, aminoácidos, entre outros, sendo que muitos desses são adicionados pelas abelhas, outros são derivados da matéria prima (néctar, pólen ou melato) ou ainda formados ao longo da maturação do mel (KAROUI *et al.*, 2007; MARENDA *et al.*, 2011).

Para a produção do mel, além de outros vários produtos comerciais obtidos pelas abelhas, tais como ceras, geleia real, pólen, mel, entre outros (MARCHINI; REIS; MORETI, 2006).

A vasta biodiversidade da flora brasileira possibilita a obtenção de méis de diversas floradas, durante todos os meses do ano, com cores, aromas e sabores únicos. A apicultura está difundida em todas as regiões do Brasil, obtendo-se mel na Amazônia, Mata Atlântica, Pantanal, Caatinga, Pampa Gaúcho e Cerrado. Diferentemente da maioria das outras explorações agropecuárias, a apicultura gera pequeno impacto ambiental e favorece a manutenção dos ecossistemas, por causa da polinização (IMPERATRIZ-FONSECA *et al.* 2006).

A grande procura por produtos naturais tem levado uma crescente demanda por produtos apícolas, assim como uma maior inserção do mel na alimentação humana. O mel tem sido considerado pelas suas propriedades terapêuticas, mas também como suplemento alimentar sem a adição de outras substâncias durante a sua elaboração. Isso por conta que a simples análise do mel demonstra a riqueza nutritiva de sua composição, que inclui micronutrientes como vitaminas, minerais (ABADIO FINCO *et al.*, 2010).

Se tratando de mel tem-se as seguintes propriedades: adoçante natural, fonte de energia, alimento saudável, efeito cicatrizante, notável aroma e antibacteriano, no tratamento de feridas e queimaduras (MEDA *et al.*, 2005). O mel apresenta atividade antimicrobiana, sendo também usado para tratar feridas cirúrgicas, úlceras de pele, abscessos, queimaduras e para preservação histológica de enxertos de pele (MOLAN, 2002; 2004; 2006).

As propriedades funcionais estão relacionadas aos seus componentes menores, como enzimas, ácido ascórbico, produtos da reação de Maillard, ácidos e aminoácidos orgânicos, proteínas, minerais e polifenóis, principalmente flavonóides e ácidos fenólicos (DA SILVA *et al.*, 2013; TOYDEMIR *et al.*, 2015; CHUTONG *et al.*, 2016). A concentração de compostos fenólicos reflete a qualidade do mel por ser responsável por sua cor, características sensoriais e atividade antioxidante servindo como um marcador natural para a origem botânica de alguns tipos de méis (CAMPONE *et al.*, 2014).

Como exemplo, destaca-se o mel de acácia, um tipo de mel produzido por abelhas (*Apis mellifera*) alimentadas com flores de acácia (*Robinia pseudoacacia*) que contém alguns compostos bioativos que variam de vitaminas, fenólicos, flavonóides e ácidos graxos (GISMONDI *et al.*, 2018). É altamente nutricional, com fortes potenciais antioxidantes e imunomoduladores, podendo, portanto, ser considerado um potencial candidato tanto para a prevenção quanto para o tratamento do câncer e neurologicamente, pode ser considerado como um agente terapêutico viável no manejo da doença de Alzheimer (GISMONDI *et al.*, 2018).

Em virtude de suas propriedades funcionais, a crescente demanda por produtos naturais e saudáveis, utilizou o mel de abelha (*Apis mellifera*) de origem botânica, *Sida galheirensis* 100%, adquirido na região do cerrado piauiense como agente ligante no xarope de aglutinação no desenvolvimento da barra de cereal.

3.4 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são denominados fitoquímicos, originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução, são formados em diversas condições de estresse, tais como infecções, ferimentos, radiações UV. Diferem-se por possuírem um ou mais anéis aromáticos e um ou mais grupo hidroxilo (ARAÚJO *et al.*, 2011; FERGUSON *et al.*, 2001; NACZK; SHAHIDI, 2004).

Esses compostos encontram-se largamente em plantas e são um grupo muito diversificado de fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina. Os fenólicos, em plantas, são essenciais no crescimento e reprodução dos vegetais, além de atuarem como agente antipatogênico e contribuir na pigmentação. Em alimentos, são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (ANGELO; JORGE, 2007).

Estes compostos apresentam propriedades muito interessantes, como uma intensa capacidade antioxidante, capacidade anti-mutagênica e anti-cancerígena (HAN *et al.*, 2007). A maioria dos compostos fenólicos é absorvido na parte superior do intestino, e por essa mesma razão esta região tem sido apontada como um local de quimioprevenção (HERVERTHERNÁNDEZ *et al.*, 2011)

Os compostos fenólicos podem inativar α -amilase, α -glucosidase e lipase através de uma ligação não específica as enzimas, essa inibição no intestino delgado está associada ao atraso da absorção intestinal de glicose e à redução dos níveis de glicose pós-prandial, sendo uma das principais estratégias utilizadas para o tratamento de diabetes mellitus na medicina moderna (ZHANG *et al.*, 2015; BALAN *et al.*, 2017; HANHINEVA *et al.*, 2010).

Estes compostos estão categorizados em diversas classes, devido a sua diversidade estrutural e grande variedade de combinações na natureza (FERGUSON *et al.*, 2001; ARAÚJO *et al.*, 2011; ANGELO; JORGE, 2007). Os compostos fenólicos dividem-se em cinco famílias: ácidos fenólicos, flavonóides, estilbenos, cumarinas e taninos (SHEN *et al.*, 2009; FERGUSON, 2001; QUIRÓS-SAUCEDA *et al.*, 2014).

Esses compostos nos alimentos de origem vegetal estão localizados em diferentes órgãos e dentro das células em vacúolos. Devido a isto, a extração de compostos fenólicos em matrizes

alimentares é influenciada pela natureza e tamanho das partículas nos alimentos, natureza química dos compostos, proporção de solvente para amostra, tempo de extração, liberação dos compostos por meio de hidrólise alcalina, ácida ou reações enzimáticas, tempo e condições de armazenamento e a presença de substâncias que interferem no processo de isolamento. (CHANDRASEKARA, 2019; MURKOVIC, 2016; NAZCK; SHAHIDI, 2006).

Para uma extração eficiente, é necessário fragmentar as estruturas e as células em partículas menores possíveis. Nos alimentos sólidos deve-se triturar e homogeneizar, e os que possuem um elevado teor de lipídios, em seguida realiza-se o desengorduramento com um solvente orgânico. As amostras líquidas, por exemplo, sucos de frutas, somente diluição e filtração (CHANDRASEKARA *et al*, 2016; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2011; MURKOVIC, 2016; 2003). Estes compostos são sensíveis a luminosidade, por isso, a extração deve ser na ausência da luz.

Os compostos fenólicos liberados podem variar de acordo com as técnicas de extração utilizadas, dentre as disponíveis a extração por ultrassom é considerada um método alternativo aos métodos clássicos de extração de compostos fenólicos devido à sua alta eficiência, baixo consumo de energia e água. As ondas de ultrassom contribuem para o rompimento das paredes celulares e redução do tamanho das partículas. Além disso, eles aumentam a transferência de massa do conteúdo celular para o solvente através do colapso das bolhas produzidas pela cavitação (CHANDRASEKARA *et al*, 2016; WANG *et al*, 2008; PANIWNYK *et al*, 2001).

Os ácidos fenólicos pertencem a um grupo altamente diversificado de fitoquímicos, fenólicos que são encontrados em todos os alimentos de origem vegetal na dieta humana (CHANDRASEKARA, 2019). São divididos em ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos.

Os ácidos fenólicos exercem atividade antioxidante eliminando o radical hidroxila, ânion radical superóxido, vários radicais orgânicos, radical peroxil, peroxinitrito e oxigênio singlete. Além disso, alteram as vias de sinalização celular, produzem radicais fenólicos durante o processo de eliminação dos radicais livres que podem ser estabilizados, por meio, de ligações de hidrogênio intramoleculares. São compostos com vários benefícios à saúde, tais como atividades anti-inflamatória, antibacteriana, antiproliferativa, anticarcinogênica e antioxidante (AMBRIZ-PÉREZ *et al*, 2016; CHANDRASEKARA, 2019; CHEN *et al*, 2015; CHENG 2007).

Dentre os diversos compostos fenólicos os ácidos hidroxinâmicos (ácido cafeico, ácido p-cumárico, ferúlico), modulam a defesa antioxidante ativada pelo processo inflamatório. Diversas atividades biológicas são atribuídas ao ácido gálico, como atividade antioxidante e anti-inflamatórias, atividade anticancerígena e efeitos antihiperlipidêmicos, tais como redução dos

níveis de glicose e hemoglobina glicosilada e elevação dos níveis de insulina em modelos experimentais de diabetes. Isso sugere a possibilidade do uso do ácido gálico como terapia complementar aos hipoglicemiantes (OLIVEIRA *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2018).

O ácido ferúlico tanto na sua forma *cis*, quanto em sua forma *trans*, apresenta resultados comprovados na terapêutica de diversas patologias, como câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas e cardíacas, além de ações antimicrobiana, anti-inflamatória e, principalmente, atividade antioxidante, responsável pelos seus principais efeitos benéficos e aplicações (SRINIVASAN *et al.*, 2007).

O ácido *p*-cumárico tem sido associado a propriedades quimioprotetoras e antioxidantes, atividade antimicrobiana, antagonista de doenças cardiovasculares e atividade anticâncer (KANNAN *et al.*, 2013; ROY & PRINCE, 2013; SHARMA *et al.*, 2017).

Diante de todas as propriedades e atividades biológicas relatadas dos compostos fenólicos, o embasamento científico em torno do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e do mel de abelha (*Apis mellifera*), aliada a demanda por produtos mais saudáveis, utilizou-se essas matérias-primas para produção da barra, e o presente estudo avaliou as características físico-químicas, nutritivas, funcionais e sensoriais do produto desenvolvido.

III CAPÍTULO METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

4.1 Local e período de estudo

O estudo foi desenvolvido na Universidade Federal do Piauí no período de novembro de 2019 a outubro de 2022. O produto foi desenvolvido no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos (LASA-UFPI), as análises de composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos, e sala de antioxidantes do Departamento de Nutrição do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), a análise de perfil de textura foi realizada no Laboratório de Estudo Experimental de Alimentos (PPGAN-UFPI), as análises microbiológicas foram realizadas no Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos (NUEPPA) do Centro de Ciências Agrárias da UFPI. Algumas análises foram realizadas no tempo zero e após trinta dias, com exceção da análise sensorial e da identificação e quantificação de compostos fenólicos que foi realizada uma única vez.

4.2 Aquisição das Matérias-primas

Os grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) da cultivar BRS Tumucumaque foram provenientes do campo experimental da Embrapa Meio-Norte de Teresina-PI, localizada a 72 metros de altitude, 5° 5' de latitude sul e 42° 48' de longitude oeste. O mel de abelha *Apis mellifera* de origem botânica *Sida galheirensis* 100% foi adquirido das associações de apicultores do município de Massapê do Piauí da região sudeste do estado do Piauí localizada a latitude 07°27'46" sul e a uma longitude 41°07'32". As demais matérias-primas (aveia em flocos, arroz em flocos, biscoito tipo maisena, castanha de caju, banana passa, xarope de glicose, açúcar mascavo), utilizadas na elaboração da barra, foram obtidas no comércio varejista local de Teresina-PI.

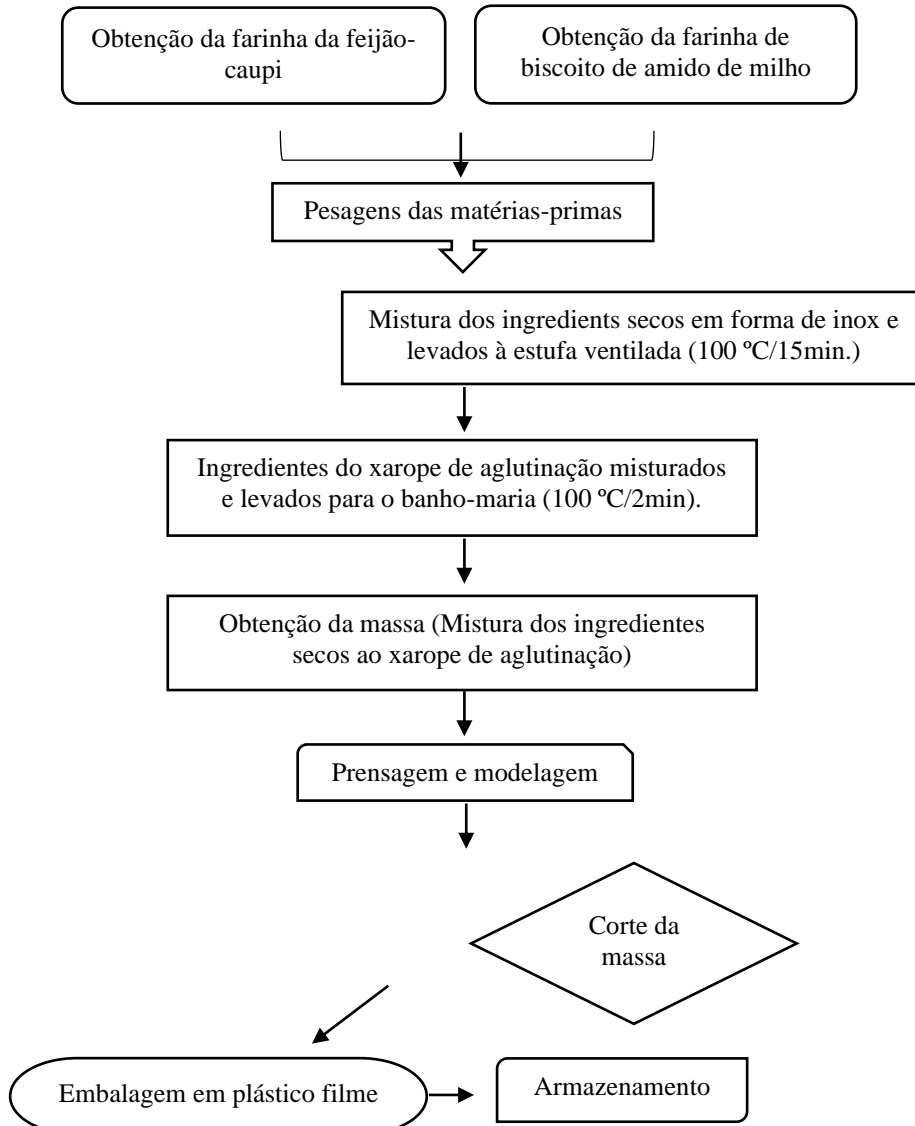
4.3 Processamento da farinha integral de feijão-caupi (FFC)

Baseado em Moreira-Araújo *et al.* (2021), para obtenção da (FFC) inicialmente colocou-se os grãos de molho em água destilada 1:2 (p/v) por 1 hora, seguida de secagem em estufa ventilada a 70°C (Quimis, modelo 314D242, Diadema, Brasil), por 6 horas, e moagem em moinho semi-industrial (Fritsch).

4.4 Obtenção da barra de cereal

Para a produção da barra de cereal que foi desenvolvida em estudo anterior por Moreira-Araújo *et al.* (2021), os ingredientes foram divididos em dois grupos: os ingredientes secos (FFC, farinha do biscoito de amido de milho, aveia em flocos, arroz em flocos, castanha de caju e banana passa) e os ingredientes úmidos (açúcar mascavo, mel de abelha e xarope de glicose).

Figura 1. Fluxograma da elaboração da barra de cereal.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Para a produção da barra, o biscoito de amido de milho foi processado em liquidificador e peneirado para a obtenção da farinha. As castanhas de caju foram trituradas em pilão de ferro e a banana passa foi cortada em cubos pequenos com o auxílio de uma faca de inox.

Os ingredientes secos foram misturados em forma de inox e levados à estufa ventilada (100 °C/15min.). Os ingredientes do xarope de aglutinação foram misturados e levados para o

banho-maria (100 °C/2min). Decorrido esse tempo, os ingredientes secos foram adicionados ao xarope de aglutinação, formando uma massa, que foi prensada com um rolo e moldada com espátula em forma de inox coberta com papel manteiga, onde permaneceu até atingir temperatura ambiente.

Após o corte em formato retangular com dimensões de 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, as barras foram embaladas em papel filme e armazenadas em temperatura ambiente para análises posteriores.

Figura 2: Barra de cereal adicionada de feijão-caupi e mel



Fonte: Arquivo pessoal, 2023.

Tabela 1. Porcentagem de matérias-primas utilizadas na elaboração das barras de cereal.

Matérias-primas	Formulação (%)
<i>Xarope de aglutinação</i>	
Açúcar mascavo	2 – 20
Mel de abelha	5 – 40
Xarope de glicose	5 – 40
<i>Secos</i>	
Farinha de feijão-caupi (FFC)	2 – 15
Farinha do biscoito de maisena	2 – 15
Aveia em flocos	5 – 35
Flocos de arroz	1 – 15
Castanha de caju	1 – 15
Banana-passa	1 – 15

Fonte: MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2021

4.5 Análise microbiológica

Realizou-se análises microbiológicas para avaliar a qualidade do produto, no Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos (NUEPPA) do Centro de Ciências Agrárias da UFPI. Determinou-se a contagem de *E. coli*, *Salmonella* spp, bolores e leveduras. As análises

foram realizadas de acordo com a metodologia do manual de métodos de análise microbiológica de alimentos (SILVA *et al.*, 2007) e os resultados foram analisados segundo a legislação vigente sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos, IN nº 161 de 01 de julho de 2022.

4.5.1 *Escherichia coli*

Realizou-se a análise de *Escherichia coli* (E. coli) pelo método do Número Mais Provável (NMP), conforme descrito por Silva *et al.* (2007).

Utilizou-se o método dos tubos múltiplos (NMP). Em séries de três tubos contendo 10 mL de caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), com tubo de *Duhran* invertido, inoculou-se alíquotas de 1 mL de cada diluição (teste presuntivo). Os tubos foram incubados a 37 °C por 24-48 horas. Nos tubos com leitura positiva (turvação e formação de gás), foram repicados em caldo verde brilhante bile 2% (VB) e caldo *Escherichia coli* (EC), sendo o primeiro incubado a 35 °C, por 24 a 48 horas para confirmação de coliformes totais e os tubos com caldo EC incubados, em banho-maria, a 45,5° C/ 24 horas para confirmação de coliformes termotolerantes. Após o período, realizou-se a leitura dos tubos positivos. Os resultados foram expressos em NMP/g.

4.5.2 Bolores e Leveduras

A partir das amostras diluídas em água peptonada, uma alíquota de 1mL foi colocada em 9 mL de água destilada, prosseguindo diluições seriadas até 10^{-4} . A partir das três últimas diluições, uma fração de 0,1mL foi espalhada na superfície do meio de cultura composto por Agar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%, com auxílio de uma alça de Drigalski e estas foram incubadas por 7 dias a 25°C. Em seguida foi efetuada contagens de todas as colônias que desenvolveram na placa após o período de incubação. Após o crescimento total em estufa, as placas das análises de Bolores e leveduras seguiram para o contador de colônias onde os resultados puderam ser contabilizados.

4.5.3 *Salmonella spp*

Na pesquisa de *Salmonella spp.* os frascos contendo a diluição 10^{-1} com água peptonada a 0,1% foram incubados a 37 °C por 24 horas. Na sequência alíquotas com 0,1 mL e 1,0 mL foram transferidas respectivamente para os caldos de enriquecimento seletivo: Rappaport-Vassiliadis e selenito cistina, para serem incubados a 37 °C por 24 horas. Depois da incubação, a partir dos

tubos, foram semeadas placas de Petri com ágar *Salmonella-Shigella* (SS) e ágar Hektoen (HE) que foram incubadas por 24 horas a 37 °C. Realizou-se a triagem bioquímica das colônias típicas nos meios: ágar TSI e ágar LIA incubados a 37 °C por 24 horas. Para os resultados suspeitos submeteu-se aos testes: citrato, fenilalanina, ureia, VM-VP, indol e SIM, incubados a 37 °C por 24 horas. Para confirmação sorológica, foram utilizados os antissoros polivalentes “O” e “H”

4.6 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 102 assessores não treinados, com idades entre 18 a 50 anos e de ambos os sexos, recrutados na Universidade Federal do Piauí e no Centro Universitário Maurício de Nassau- UNINASSAU. Os participantes realizaram os testes em cabines individuais (Figura 3) no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos – LASA/UFPI e no Laboratório de Nutrição- UNINASSAU. As amostras foram servidas em copos descartáveis codificadas com números de três dígitos obtidos de uma tabela de números aleatórios. As amostras foram apresentadas de forma monádica e o delineamento utilizado foi de blocos completos balanceados em duas sessões de análises (DUTCOSKI, 2013).

Figura 3. Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos (LASA). Teresina-PI, 2023.

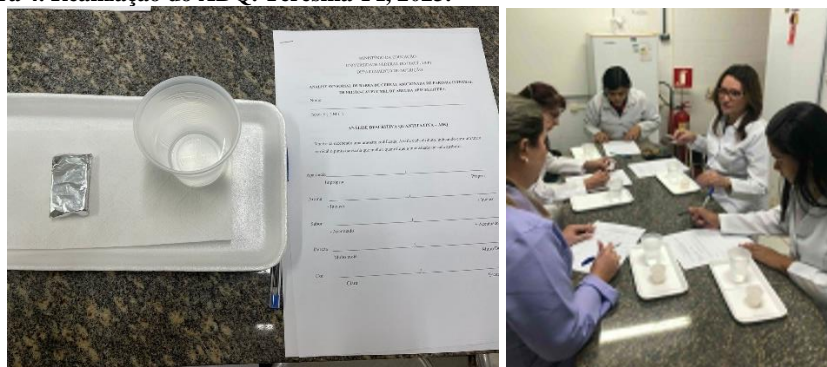


Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Para verificar a aceitação do produto elaborado foi usado a escala hedônica de 9 pontos (ANEXO 1), cujos extremos correspondem a “desgostei muitíssimo” (1) e “gostei muitíssimo” (9). Para verificar a intenção de compra foi aplicado um teste com escala de 5 pontos, ancorada em seus extremos com os termos: 1 – certamente não compraria a 5 – certamente compraria (ANEXO 2) e Teste de comparação múltipla (ANEXO 3). Para o teste de comparação múltipla, utilizou-se uma escala estruturada de nove pontos, variando de (1) “extremamente melhor que o padrão” a (9) “extremamente pior que o padrão”. Foram utilizados também, equipe de 5

assessores treinados (Figura 4) no teste de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) (ANEXO 4), para caracterização sensorial da barra de cereal (DUTCOSKI, 2013).

Figura 4. Realização do ADQ. Teresina-PI, 2023.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

4.7 Composição Centesimal e Valor Energético Total (VET)

4.7.1 Umidade

A determinação de umidade foi realizada por meio do método de secagem em estufa (MODEL-1.2, Ribeirão Preto, Brasil) com temperatura de 105 °C (AOAC; 2005). Foram pesados 5 g da amostra triturada e homogeneizada, em triplicata, em cápsulas de porcelanas previamente postas em peso constante. Colocou-se a cápsula com a amostra em estufa a 105 °C por 24 horas, em seguida foi transferido para o dessecador por 30 minutos e, posteriormente, feito a pesagem. Obteve-se o teor de umidade (%) pela fórmula:

Teor de umidade = $\frac{100 \times N}{P}$, na qual:

N = n° de gramas de umidade

P = n° de gramas de amostra

4.7.2 Cinzas

As cinzas foram determinadas por incineração em forno mufla (MA38512, São Paulo, Brasil) à temperatura de 550 °C, sendo os resultados obtidos em porcentagem (AOAC, 2005). Pesaram-se se amostras de 3 g em triplicata, em cacinho previamente ajustadas em peso constante. Carbonizaram-se as amostras em bico de Bunsen e posteriormente incineradas por 24 horas a 550 °C. Ao final, os cacinhos com amostras incineradas foram colocados em dessecador,

para esfriar, por 40 minutos e em seguida pesados. Os teores de cinzas (%) foram obtidos pela fórmula:

$$\text{Teor de cinzas} = \frac{100 \times N}{P} \text{ em que:}$$

N = n° de gramas de cinzas.

P = n° de gramas de amostra.

4.7.3 Lipídios

Os lipídios (correspondente à fração extrato etéreo) foram obtidos em extrator intermitente de *Soxhlet* (MA491, São Paulo, Brasil), utilizando-se o solvente éter de petróleo PA (AOAC, 2005). Para extração, 2 g das amostras secas trituradas, em triplicata, obtidas da análise de umidade, foram colocados em cartuchos e estes adicionados a 200 mL de solvente e mantidos em extração contínua por seis horas a 60 °C. Após o término da extração, os tubos, com o resíduo, foram transferidos para a estufa a 105 °C, durante uma hora. Ao final, resfriou-se em dessecador, pesado e o peso do resíduo foi utilizado para determinar o teor de lipídios (%) pela fórmula:

$$\text{Teor de lipídios} = \frac{100 \times N}{P}, \text{ na qual:}$$

N = n° de gramas de lipídios.

P = n° de gramas de amostra.

4.7.4 Proteínas

Determinaram-se os teores de proteínas pelo método de macro *Kjeldahl*, o qual se baseia na destruição da matéria orgânica (digestão) seguida de destilação, sendo o nitrogênio dosado por titulação. O fator 5,75 foi utilizado para converter o teor de nitrogênio total em proteínas (AOAC, 2005).

Para a etapa da digestão, utilizou-se a pesagem de 0,5 mg de amostra em papel manteiga, sendo este conjunto colocado em tubo digestor juntamente com 7 mL de ácido sulfúrico concentrado e mistura catalítica. A digestão foi realizada a 350 °C durando, em média, 4 horas. Em seguida,

destilou-se as amostras (TE-0363, São Paulo, Brasil) e titulou-as com NaOH 0,1N para determinação do nitrogênio e calculou-se o conteúdo de proteínas, utilizando a fórmula a seguir:

$$\%N = \frac{(\text{Média mL NaOH branco} - \text{mL NaOH da amostra}) \times 0,1N \times 14,007 \times 100 \times \text{Fator H}_2\text{SO}_4}{g \times 1000}$$

$\%P = \%N \times F$, na qual,

$\%N$ = porcentual de nitrogênio

Média mL NaOH (branco) = volume de hidróxido de sódio utilizado na titulação.

Média mL NaOH (amostra) = volume de hidróxido de sódio utilizado na titulação.

Fator H₂SO₄ = fator de correção da solução de ácido sulfúrico.

g = peso da amostra.

% P = porcentual de proteínas

F = fator de conversão - 5,75

4.7.5 Carboidratos

Os teores de carboidratos foram determinados por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos e proteínas) (AOAC; 2005).

4.7.6 Fibras Alimentares

Determinaram-se as fibras alimentares da barra de cereal pelo método enzimático-gravimétrico o qual se baseia na determinação do peso do resíduo resultante da eliminação do amido e das proteínas, por meio da hidrólise enzimática, com posterior precipitação das fibras solúveis na presença de etanol a 78%. A partir desse hidrolisado determinaram-se os teores de fibras alimentares insolúveis (FAI's), fibras alimentares solúveis (FAS's) e fibras alimentares totais (FAT's).

Para determinação das FAI's filtrou-se e lavou-se com água o hidrolisado que continha o resíduo. Para determinar as fibras alimentares solúveis utilizou-se o filtrado e as águas de lavagem. O resíduo foi lavado com etanol a 95% e acetona, seguindo-se da secagem e pesagem. As FAI's correspondem ao peso do resíduo retirando o peso das proteínas e das cinzas contidas no resíduo.

Na determinação do teor de FAS's quatro volumes de etanol a 98% foram adicionados ao filtrado, juntamente com as águas de lavagem, com o propósito de precipitar FAS's. Filtrou-se a

solução alcoólica e o precipitado retido foi lavado com etanol a 78%, etanol a 95% e acetona e, em seguida, secado e pesado. As FAS's constituem o peso do precipitado reduzindo-se o peso das proteínas e das cinzas contidas no resíduo.

As FAT's correspondem ao peso do resíduo e do precipitado reduzindo-se do peso das proteínas e cinzas contidos no resíduo (AOAC, 2005).

4.7.7 Valor Energético Total (VET)

O valor energético total das amostras foi estimado conforme os valores de conversão de *Atwater* que se baseia na composição nutricional dos alimentos nas quais as quantidades dos nutrientes, foram multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4 (em kcal g⁻¹), respectivamente, proteínas, lipídios e glicídios (WATT e MERRILL, 1963), e pelo fator 2 para fibras solúveis (BRASIL, 2020), para a obtenção do valor energético total.

4.8 Determinação de Atividade de Água

Para a determinação do teor de atividade de água utilizou Analisador de Atividade de água Labswift – Novasina. As análises foram realizadas no dia do processamento da barra e trinta dias após.

4.9 Determinação de pH e Acidez

Para a determinação do pH, utilizou-se o método eletrodo de vidro (KCl/AgCl saturado), com sistema microprocessado e calibração em tampões 4,0 e 7,0. O aparelho utilizado foi o INSTRUTERM, pHmetro PH – 2000. determinado em Potenciômetro (pHmetro), com inserção direta do eletrodo, de acordo com AOAC (2005).

Para realizar a análise de acidez a amostra pesada (10g) foi transferida para um frasco Erlenmeyer de 125mL, em seguida adicionou-se 1000mL de água deionizada. Adicionou 4 gotas da solução fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea. O pH para determinar o ponto de viragem foi de 8,2 – 8,4.

Cálculo: $[(V*f)/(P*c)] * 100 = \text{acidez em solução molar por cento m/m}$

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0, 1mol.L-1 gasto na titulação

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0, 1mol.L-1

P = nº de g da amostra usado na titulação

c = correção para solução de NaOH – 10 para solução NaOH 0, 1mol.L-1

As análises foram realizadas no dia do processamento da barra e trinta dias após.

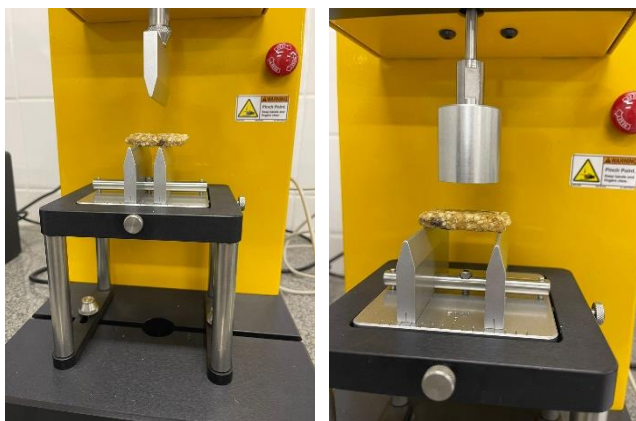
4.10 Análise de Textura

Na análise instrumental de textura foram avaliados parâmetros de dureza e fraturabilidade, em barra com dimensões de 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura em Analisador de Textura CT3, utilizando a *probe* TA7, Base TA-TPB com 3 repetições cada, para análise de resistência ao corte (cisalhamento), com velocidades: pré-teste de 2 mm.s-1, teste de 2 mm.s-1 e pós-teste de 10 mm.s-1, carga do trigger: 50g e distância de 10 mm.

Já para análise de perfil de textura (TPA) foram avaliados parâmetros de dureza, adesividade, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade, foi utilizada a *probe* TA-AACC3, Base TA-DEC, com velocidades: pré-teste de 1 mm.s-1, teste de 2 mm.s-1 e pós-teste de 2 mm.s-1, carga do trigger: 50g, deformação de 50% e distância de 15 mm.

A Figura 5 mostra a realização dos Teste de compressão e perfil de textura (TPA), respectivamente.

Figura 5: Teste de compressão/TPA



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

4.11 Compostos bioativos

4.11.1 Elaboração dos extratos

Para a realização das análises de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante, identificação e quantificação dos compostos fenólicos foram preparados os extratos com as amostras da barra de cereal, segundo metodologias adaptadas (RUFINO *et al.*, 210). Os extratos das amostras de barra de cereal foram preparados colocando 6g da amostra no falcon de 50 mL, acrescentou-se 8 mL de metanol 50%, levou-se ao ultrassom por 30 minutos,

seguindo-se a centrifugação por 15 minutos a 4000 rpm, recolheu-se o sobrenadante e colocou-se em um balão, reservando-o. No falcon que ficou o resíduo adicionou-se 8 mL de acetona 70%, levou-se ao ultrassom por 30 minutos, seguindo-se 15 minutos de centrifugação a 4000 rpm, realizou-se a filtração no papel filtro juntou-se o sobrenadante com o líquido reservado no balão, adicionou-se água destilada para completar 10 mL e foi armazenado a -6 °C na ausência de luz.

4.11.2 Compostos Fenólicos Totais (CFT)

O conteúdo de compostos fenólicos nos extratos foi determinado por espectrofotometria utilizando o reagente *Folin-Ciocalteu* (SINGLETON e ROSS, 1965). Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi misturada com 2 mL de água milli-Q, 0,5 mL do reagente de *Folin-Ciocalteu* e 1,5 mL de carbonato de sódio 20% em balão volumétrico de 10 mL e completou-se o volume com água milli-Q. Após 2 horas de repouso em ausência de luz e temperatura ambiente, efetuou-se a leitura das absorvâncias a 765 nm em espectrofotômetro (BEL 1102). Os resultados foram expressos em gramas de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de amostra. A concentração de fenólicos totais foi obtida por meio da interpolação das absorvâncias em uma curva padrão de ácido gálico construída previamente (APÊNDICE A).

4.11.3 Flavonoides Totais

Para a determinação de flavonoides totais utilizou-se o método descrito por Kim *et al* e modificado Blasa *et al*. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato e misturou-se com 0,3 mL de nitrito de sódio (NaNO₂) 5% m/v. Passados 5 minutos, adicionou-se 0,3 mL de cloreto de alumínio (AlCl₃) a 10% m/v. Após decorridos 6 minutos, pipetou-se 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) a 1M, e a seguir, as absorvâncias das amostras foram mensuradas a 425 nm em espectrofotômetro (BEL 1102). Utilizou-se diferentes concentrações de quercetina (0-500 mg L⁻¹) para a construção de uma curva padrão e os resultados foram expressos em miligramas equivalentes a quercetina (mg EQ)100g⁻¹ de amostra (APÊNDICE B).

4.11.4 Taninos condensados (Proantocianidinas)

A determinação do teor de taninos condensados foi baseada no método da vanilina (PRICE *et al.*, 1978). Inicialmente preparou-se o reagente vanilina por meio da adição de 0,5 gramas do reagente em 200 mL de solução metanol-HCl a 4% (v/v). Em 1 mL do extrato da

amostra, adicionou-se 5 mL do reagente vanilina, aguardou-se a reação por 20 minutos, na ausência de luz e em temperatura ambiente. Similarmente, preparou-se um branco com a adição do reagente vanilina (5 mL) a mistura dos solventes do extrato (1 mL). A leitura das absorbâncias do branco e das amostras foi efetuada em espectrofotômetro (BEL 1102) a 500 nm. Diferentes concentrações de catequina foram utilizadas para a construção de uma curva padrão (APÊNDICE C) e os resultados foram expressos como miligrama de equivalente de catequina por 100 gramas da amostra.

4.12 Determinação da Atividade Antioxidante

4.12.1 Método de Captura de Radicais Livres (DPPH-2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

Determinou-se a atividade antioxidante pelo método de captura dos radicais DPPH (BRAND-WILLIAMS, *et al* 1995). Inicialmente, preparou-se uma solução do radical DPPH (100 µM) dissolvido em metanol a 80% (1:100 v/v), ajustando o valor da absorbância inicial (A_0) desta solução para 0,800 nm.

Em tubos de ensaio, adicionou-se 100 µL do extrato a 2,9 mL desta solução que foi homogeneizado e mantido em local escuro, à temperatura ambiente, por 30 minutos. As medidas das absorbâncias foram efetuadas em espectrofotômetro (BEL 1102) no comprimento de onda de 515 nm, do radical, antes de adicionar a amostra (A_0) e depois de adicionar amostra, com 30 minutos de reação (A_f). Um teste branco (B) com 2,9 mL DPPH e 100 µL do solvente foi conduzido paralelamente. O poder de sequestro de radicais pela amostra foi calculado pela fórmula:

$$\% \text{ Inibição} = [1 - (A_{30} - B) / A_0] \times 100.$$

Uma curva padrão com Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) foi construída em diferentes concentrações (0-100 mg L⁻¹) como referência (APÊNDICE D). Os resultados foram expressos em µmol TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) por 100 g⁻¹ de amostra.

4.12.2 Método de Captura de Radicais Livres FRAP (ferric reducing antioxidant potential)

Para avaliação da atividade antioxidante utilizando o radical FRAP (*ferric reducing antioxidant potential*) será de acordo com o descrito por Benzie e Strain (1996), modificações de Arnous *et al.*, (2002). Em tubos de ensaio colocar 200 µL de cloreto férrico 3 mM (em ácido

cítrico 5 mm) e adicionar 200 μ L de extrato. A mistura será mantida em banho-maria a 37°C por 30 minutos retirar do banho maria em seguida adicionar 3,6 mL da solução TPTZ (2,4,6-tripiryridyl-s-triazine). Depois de 10 minutos medir a absorbância no comprimento de onda de 620 nm em espectrofotômetro UV-VIS (BEL 1102, Monza, Milão, Itália). Os valores de PR (potencial de redução) serão calculados de acordo com a curva de ácido ascórbico (mg/L) ou com a curva de Trolox (μ Mol).

4.12.3 Capacidade sequestradora do radical orgânico ABTS (Ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin)-6-sulfônico)

Para determinação da atividade antioxidante, utiliza-se o método descrito por Re *et al* (1999). O ABTS (7 mM) será misturado na proporção de 1:1 com solução de persulfato de potássio (2,45 mM) para obtenção do radical ABTS, o mesmo permanecerá em frasco âmbar por 16 horas protegido da luz. Posteriormente, o radical ABTS será diluído em etanol (1:50) até atingir a absorbância de 0,7 em comprimento de onda de 734 nm em espectrofotômetro UV-VIS (BEL 1102, Monza, Milão, Itália). Uma alíquota de 2,9 mL do radical diluído e com absorbância de 0,700 será transferida para um tubo de ensaio onde acrescenta-se 60 μ L do extrato da amostra. A absorbância será verificada no tempo 0 e de 7 minutos após adição do extrato. Um teste branco com 2,9 mL do ABTS e 60 μ L dos solventes do extrato será conduzido paralelamente. A capacidade antioxidante das amostras será calculada comparando-se a curva padrão de Trolox e expressando os resultados em μ mol de equivalente ao Trolox (μ mol TEAC/100g da amostra).

4.13 Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

A identificação e quantificação dos compostos fenólicos dos extratos foram realizados por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

4.13.1 Reagentes

Utilizaram-se reagentes químicos com grau analítico. Os solventes metanol e ácido acético grau HPLC foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Os padrões fenólicos ultra-puros (ácidos ferúlico, gálico, cafeico, clorogênico, elágico e p-cumárico; quercetina e epicatequina) foram adquiridos da Sigma Aldrich (Saint Louis, Estados Unidos). A água deionizada utilizada

foi obtida a partir de um sistema Mille-Q Plus (Millipore UltraCleaner 1600A, Indaiatuba, São Paulo).

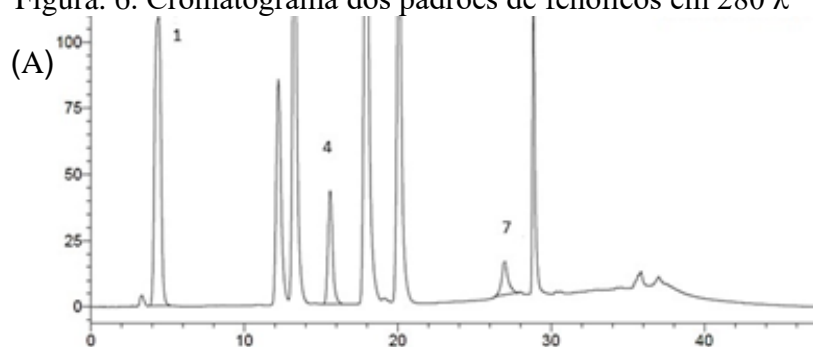
4.13.2 Preparo dos solventes e soluções dos padrões

Prepararam-se os solventes A: Metanol acidificado com ácido acético 1%: colocou-se 990 mL de metanol puro acrescido de 10 mL de ácido acético puro; e solvente B: ácido acético a 1%: colocou-se 990 mL de água miliQ e acrescentou-se 10 mL de ácido acético puro. Filtraram-se os solventes com papel quantitativo na bomba a vácuo, e desgaseificado em ultrasonic cleaner (UltraCleaner 1600) durante 30 minutos à temperatura ambiente. No preparo dos padrões, utilizou-se o peso de 0,01 g de cada padrão fenólico e diluiu-se em 10 mL de metanol puro, exceto o ácido elágico que foi diluído em solução metanol/NaOH 0,05 M, resultando em 8 soluções de 1000 ppm cada. A partir dessas soluções, preparou-se uma mistura contendo os 8 padrões numa concentração inicial de 125 ppm.

4.13.3 Condições cromatográficas

Os compostos fenólicos foram analisados no cromatógrafo líquido de alta eficiência LC-20 AT. A separação foi realizada em coluna Shim-pack VP-ODS (150 × 4,6 mm d.i., tamanho de partícula de 5 µm) (Sigma-Aldrich) e pré-coluna Shimadzu GVP-ODS (10 mm × 4,6 mm) equipado com detector de UV-Vis SPD-20A. Manteve-se a taxa de fluxo em 0,7 mL min⁻¹, temperatura da coluna foi mantida à 40 °C, com volume de injeção de 10 µL. O gradiente de fase móvel foi composto por solvente A (metanol com ácido acético 1%), e solvente B (ácido acético 1%). O tempo total de execução foi de 50 min. Os compostos detectados a 280 λ no canal 1 foram, ácido gálico, epicatequina e ácido elágico, e em 320 λ no canal 2, os ácidos cafeico, p-cumárico, clorogênico, ferúlico e quercetina. (Figura 4 e 5).

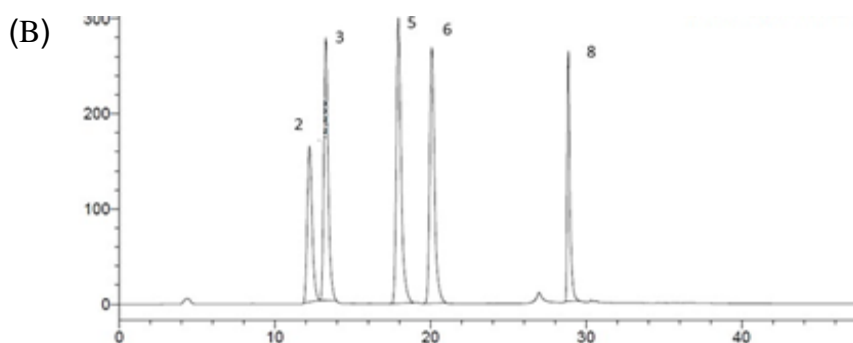
Figura. 6. Cromatograma dos padrões de fenólicos em 280 λ



A) 280 λ (1- ácido gálico, 4 – epicatequina, 7- ácido elágico);

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Figura. 7. Cromatograma dos padrões de fenólicos em 320 λ



B) (2- ácido clorogênico, 3 – ácido cafeico, 5 – p-cumárico, 6 - ferúlico 8 – quercetina).

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

4.13.4 Amostras

As amostras dos extratos da barra de cereal passaram por desgaseificação em ultrassom (*Ultra Cleaner 1600*) durante 5 min, em temperatura ambiente e filtradas em milipore. Identificaram-se os picos comparando o tempo de retenção dos padrões, e a quantificação dos compostos foi baseada nas áreas dos respectivos picos detectados por meio do *software* de aquisição LabSolutions versão 5.57 SP1 Copyright (*Shimadzu Corporation*). Os teores de compostos fenólicos foram expressos em $\mu\text{g/g}$ de amostra.

4.14 Análise estatística

Para análise estatística, foi criado um banco de dados no *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21.0. Para verificar diferença entre as médias foi aplicado o teste ANOVA onde a posteriori os testes de múltiplas médias foi utilizado: *t* de Student, foi permitido um erro alfa de 5%.

4.15 Aspectos éticos

A pesquisa faz parte do projeto intitulado “Elaboração de produtos com matérias-primas regionais”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, sob o parecer nº 750.942. Os participantes do estudo assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), conforme Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012).

**IV CAPÍTULO
RESULTADOS E DISCUSSÃO
GERAL**

5 RESULTADOS

5.1 ARTIGO CIENTIFICO I

Versão publicada pela revista *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, e6712239977, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.39977>. GONÇALVES, M. F. B, SOARES, A. K.O., ARAÚJO, M. A. M., MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Composição química e atividade antioxidante de barra de cereal fonte de fibras alimentares e compostos fenólicos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, 2023.

Composição química e atividade antioxidante de barra de cereal fonte de fibras alimentares e compostos fenólicos

Chemical composition and antioxidant activity of cereal bar source of dietary fiber and phenolic compounds

Composición química y actividad antioxidante de la barra de cereal fuente de fibra dietética y compuestos fenólicos

Recebido: 07/01/2023 | Revisado: 16/01/2023 | Aceito: 17/01/2023 | Publicado: 20/01/2023

Maria Fabrícia Beserra Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4293-5085>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: fabriciabeteserra@ufpi.edu.br

Ana Karine de Oliveira Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2597-1546>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: aksoarees@ufpi.edu.br

Marcos Antônio da Mota Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-8612>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: regmarjoao@hotmail.com

Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-2358>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: regilda@ufpi.edu.br

Resumo

O objetivo desse trabalho foi analisar a composição química e avaliar a capacidade antioxidante, a concentração de compostos bioativos de uma barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha *Apis mellifera*. Essas matérias-primas regionais foram utilizadas no desenvolvimento da barra de cereal com o intuito de incrementar compostos bioativos e melhorar a qualidade nutricional desse produto. Foram realizadas análises de composição centesimal, conteúdo calórico, fibras alimentares, compostos bioativos e atividade antioxidante. A utilização da cultivar BRS Tumucumaque promoveu um incremento no valor nutritivo do produto desenvolvido. A barra alimentícia exibiu níveis muito elevados de fibras alimentares, o que a torna um alimento classificado como alto teor de fibras alimentares. Apresentou teores expressivos de fenólicos totais, flavonóides totais, taninos condensados e

atividade antioxidante. O uso de matérias-primas regionais na produção de barras alimentícias mostrou-se uma ótima opção no aporte de nutrientes e compostos bioativos.

Palavras-chave: Alimento saudável; Feijão caupi; Barra alimentícia; Matéria-prima regional; Mel de abelha.

Abstract

The objective of this work was to analyze the chemical composition and evaluate the antioxidant capacity, the concentration of bioactive compounds of a cereal bar added with whole cowpea flour (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and *Apis mellifera* bee honey. These regional raw materials were used in the development of the cereal bar in order to increase bioactive compounds and improve the nutritional quality of this product. Analysis of centesimal composition, caloric content, dietary fiber, bioactive compounds and antioxidant activity were carried out. The use of the BRS Tumucumaque cultivar promoted an increase in the nutritional value of the developed product. The food bar exhibited very high levels of dietary fiber, which makes it a food classified as high in dietary fiber. It showed expressive levels of total phenolics, total flavonoids, condensed tannins and antioxidant activity. The use of regional raw materials in the production of food bars proved to be a great option in the supply of nutrients and bioactive compounds.

Keywords: Healthy food; Cowpea beans; Food bar; Regional raw material; Bee's honey.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la composición química y evaluar la capacidad antioxidante, la concentración de compuestos bioactivos de una barra de cereal adicionada con harina integral de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) y miel de abeja *Apis mellifera*. Estas materias primas regionales se utilizaron en el desarrollo de la barra de cereal con el fin de aumentar los compuestos bioactivos y mejorar la calidad nutricional de este producto. Se realizaron análisis de composición centesimal, contenido calórico, fibra dietética, compuestos bioactivos y actividad antioxidante. El uso del cultivar BRS Tumucumaque promovió un aumento en el valor nutricional del producto desarrollado. La barra de alimentos exhibió niveles muy altos de fibra dietética, lo que la convierte en un alimento clasificado como alto en fibra dietética. Mostró niveles expresivos de fenoles totales, flavonoides totales, taninos condensados y actividad antioxidante. El uso de materias primas regionales en la elaboración de barras alimenticias demostró ser una gran opción en el suministro de nutrientes y compuestos bioactivos.

Palabras clave: Alimentación saludable; Habas de caupí; Barra de comida; Materia prima regional; Miel de abejas.

1. Introdução

A preocupação com o estilo de vida tem crescido continuamente e tem induzido o consumidor a ter atitudes que melhoram as condições de saúde e promovem o bem estar. A introdução de alimentos com uma boa quantidade de fibras e proteínas fez com que as barras de cereais se tornassem uma opção de lanche, em virtude da procura de consumidores mais interessados por um estilo de vida mais saudável. Elas também proporcionam maior praticidade de armazenamento, atendendo as demandas de consumidores que buscam praticidade (Czaikoski *et al.*, 2016)

As barras de cereal são elaboradas a partir de uma mistura de cereais de sabor agradável. A adição de frutas, oleaginosas, castanhas e sementes contribuem para otimizar o valor nutritivo desses produtos. Sendo levados em consideração a escolha do cereal (aveia, trigo, arroz, cevada, milho), a seleção do carboidrato apropriado, o enriquecimento com nutrientes, sua estabilidade no processamento, o uso de fibra alimentar e o uso de ingrediente funcional. (Silva *et al.*, 2011; Garmus *et al.*, 2010 Czaikoski, 2016).

Diversas pesquisas vêm sendo realizadas sobre a utilização de ingredientes mais saudáveis na produção de barras de cereais, visando o incremento de novos ingredientes alimentícios, nutritivos e/ou funcionais. Baseado nisso, utilizou o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e o mel de abelha *Apis mellífera* no intuito de incrementar compostos bioativos e melhorar a qualidade nutricional desse produto.

O Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma matéria-prima regional que faz parte de um programa de melhoramento genético da Embrapa meio norte. Essa leguminosa é comercializada como grão seco (mercado principal), grão imaturo (feijão verde), sementes e para uso em pratos locais, usado para vários fins e em diferentes sistemas de produção. Uma opção viável para o maior aproveitamento dessa matéria-prima é na forma de farinha na elaboração de produtos, contribuindo na melhoria da qualidade nutritiva dos produtos. (Andrade *et al.*, 2011; Moreira-Araújo, *et al.*, 2009, Moreira-Araújo, *et al.* 2021).

A constituição química e nutricional do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) varia consideravelmente de acordo com a cultivar, seus grãos possuem compostos bioativos, com destaque para os polifenóis, que possuem elevada atividade antioxidante, estando presente principalmente no tegumento, conferindo a maior parte da coloração das sementes. As principais categorias de polifenóis presentes no caupi, são os ácidos fenólicos e flavonoides, em que a quantidade desses e as propriedades funcionais variam de acordo com a cultivar em estudo, e o tratamento aplicado. (Sombié *et al.*, 2018; Barros *et al.*, 2017; Nderitu *et al.*, 2013; Cavalcante *et al.*, 2017).

Moreira-Araújo *et al.*, 2018 destaca que para agregar valor à essa leguminosa e evidenciar suas características funcionais, a identificação de compostos antioxidantes é de suma importância para o aumento de seu consumo.

Segundo Moreira-Araújo *et al.* 2021, o desenvolvimento e enriquecimento de alimentos são estratégias de grande relevância na criação de novos produtos ou enriquecimento dos existentes, que possibilitam a melhoria da alimentação e nutrição da população e auxilia no controle das carências nutricionais.

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou secreções adocicadas de partes vivas de plantas e /ou excreções de insetos sugadores de plantas. E diante dessa vertente pela busca de uma alimentação saudável, houve um crescente aumento pela procura por produtos apícolas, em virtude de sua composição e propriedades funcionais que podem variar em virtude da origem floral do mel. (Brasil, 2000; Lima *et al.*, 2020)

Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi analisar a composição química e avaliar a capacidade antioxidante, a concentração de compostos bioativos de uma barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha *Apis mellífera*.

2. Metodologia

2.1 Aquisição das Matérias-primas

Os grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) da cultivar BRS Tumucumaque foram provenientes do campo experimental da Embrapa Meio-Norte de Teresina-PI, localizada a 72 metros de altitude, 5° 5' de latitude sul e 42° 48' de longitude oeste. O mel de abelha *Apis mellífera* de origem botânica *Sida galheirensis* 100% foi adquirido das associações de apicultores do município de Massapê do Piauí da região sul do estado do Piauí localizada a latitude 07°27'46" sul e a uma longitude 41°07'32". As demais matérias-primas (aveia em flocos, arroz em flocos, biscoito tipo maisena, castanha de caju, banana passa, xarope de glicose, açúcar mascavo), utilizadas na elaboração da barra, foram obtidas no comércio varejista local de Teresina-PI.

2.2 Processamento da farinha integral de feijão-caupi (FFC)

Baseado em Moreira-Araújo *et al.* (2021) para obtenção da (FFC) inicialmente colocou-se os grãos de molho em água destilada 1:2 (p/v) por 1 hora, seguida de secagem em estufa ventilada a 70°C (Quimis, modelo 314D242, Diadema, Brasil), por 6 horas, e moagem em moinho semi-industrial (Fritsch).

2.3 Obtenção da barra de cereal

Para a produção da barra de cereal baseou-se na metodologia de Moreira-Araújo *et*

al.,2021, os ingredientes foram divididos em dois grupos: os ingredientes secos (FFC, farinha do biscoito tipo de amido de milho, aveia em flocos, arroz em flocos, castanha de caju e banana passa) e os ingredientes úmidos (açúcar mascavo, mel de abelha e xarope de glicose).

Para a elaboração das barras, o biscoito tipo de amido de milho foi processado em liquidificador e peneirado para a obtenção da farinha. As castanhas de caju foram trituradas em pilão de ferro e a banana passa foi cortada em cubos pequenos com o auxílio de uma faca de inox.

Os ingredientes secos foram misturados em forma de inox e levados à estufa ventilada (100 °C/15min.). Os ingredientes do xarope de aglutinação foram misturados e levados para o banho-maria (100 °C/2min). Decorrido esse tempo, os ingredientes secos foram adicionados ao xarope de aglutinação, formando uma massa, que foi prensada com um rolo e moldada com espátula em forma de inox coberta com papel manteiga, onde permaneceu até atingir temperatura ambiente.

Após o corte em formato retangular com dimensões de 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, as barras foram embaladas em papel filme e armazenadas em temperatura ambiente para análises posteriores. A Tabela 1 apresenta as matérias-primas utilizadas e a faixa de porcentagem utilizada na produção da barra alimentícia.

Tabela 1. Porcentagem de matérias-primas utilizadas na produção da barra de cereal.

Matérias-primas	Formulação (%)
<i>Xarope de aglutinação</i>	
Açúcar mascavo	2 – 20
Mel de abelha	5 – 40
Xarope de glicose	5 – 40
<i>Secos</i>	
Farinha de feijão-caupi (FFC)	2 – 15
Farinha do biscoito de maisena	2 – 15
Aveia em flocos	5 – 35
Flocos de arroz	1 – 15
Castanha de caju	1 – 15
Banana-passa	1 – 15

Fonte: MOREIRA-ARAÚJO et al, 2021.

2.4 Composição centesimal, valor de energia total (VET) e Fibras Alimentares

A umidade foi determinada após secagem em estufa (modelo 314D242) a 105 °C e teor de cinzas após calcinação das amostras em forno mufla (modelo Q-318M21) a 550 °C. O teor de

proteínas foi determinado pelo método de Macro-Kjeldahl com fator de conversão de 6,25 e o teor de lipídeos por extração a quente utilizando o éter de petróleo como solvente em aparelho de Soxhlet (Tecnal, TE-044, Piracicaba, Brasil) (AOAC, 2005). O total de carboidratos foi calculado por diferença. O VET foi estimado de acordo com os valores de conversão Atwater, que são baseados no teor de macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos) e multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4 (em kcal. G-1), respectivamente, para obter o VET (Watt & Merrill, 1963).

Realizou-se análises de fibras alimentares pelo método enzimático gravimétrico (Aoac, 2005).

2.5 Preparação de extrato

O Extrato da barra foi preparado para analisar os níveis de fenólicos totais, flavonóides totais e taninos condensados de acordo com a metodologia adaptada por Rufino *et al.*, (2010). Os compostos antioxidantes foram extraídos com uma mistura de solventes contendo metanol (50%), acetona (70%) e água destilada na proporção de 2: 2: 1. Três gramas da barra foram misturado com 4 mL de metanol (50%) em um tubo de centrifuga tipo Falcon e colocado em ultrassom (Ultra Cleaner 1600A) por 30 min a 24°C. Em seguida, foi centrifugado (Centrífuga 5702) a 1.207 xg por 15 min. Em seguida, o sobrenadante foi coletado, acetona (70%) foi adicionada 4 mL e os processos de ultrassom e centrifugação foram repetidos. O sobrenadante foi novamente coletado, e adicionado água destilada até completar o volume do balão de 10 ml, filtrado e armazenado a -6 ° C na ausência de luz.

2.6 Determinação de compostos bioativos

O teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método espectrofotométrico com o reagente *Folin-Ciocalteu* (Singleton & Rossi, 1965). A curva padrão foi obtida com ácido gálico, e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de amostra. Os flavonóides foram determinados por espectrofotometria de acordo com o procedimento de Kim, Jong & Lee (2003) e modificado por Blasa *et al.*, (2006). O conteúdo total de taninos condensados foi obtido pelo método espectrofotométrico (Price, Scoyoc, & Butler, 1978) com o reagente de vanilina.

A atividade antioxidante foi realizada por espectrofotometria utilizando espectrofotômetro UV-VIS (BEL 1102, Monza, Milão, Itália) com três radicais diferentes. O primeiro deles foi captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) na absorvância de 515 nm, e os resultados foram expressos em Trolox $\mu\text{mol. g}^{-1}$. O segundo utilizando o radical FRAP (*ferric reducing antioxidant potential*) foi de acordo com o descrito por Benzie e Strain (1996), modificações de Arnous *et al.*, (2002). Utilizando absorvância no comprimento de onda de 620 nm. Os valores de PR (potencial de redução) foram calculados de acordo com a curva de

ácido ascórbico (mg/L) ou com a curva de Trolox (μMol). O terceiro ensaio utilizou o radical estável ABTS•+ descrito por Re et al., (1999), realizou-se a leitura a 734 nm. Distintas concentrações de Trolox foram utilizadas para a construção de uma curva padrão e os resultados expressos em micromol da capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol TEAC.100 mL}^{-1}$).

2.7 Análise estatística

Para análise estatística, foi criado um banco de dados no software *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21.0. Para verificar diferença entre as médias foi aplicado o teste ANOVA e o teste *t de Student.*, foi adotado o nível de significância foi de 5%.

3. Resultados e Discussão

Os teores de macronutrientes estão expostos na Tabela 2 e foram calculados para 100 gramas do produto. A barra de cereal desenvolvida apresentou média de umidade de 9,54 estando em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução nº263/2005 da ANVISA, em que produtos à base de cereais devem apresentar um limite máximo de umidade de 15%.

Quanto ao teor de cinzas, que representa a matéria inorgânica no produto, a barra de cereal apresentou média de 1,27% para o teor de cinzas. Cain *et al.*, 2019 ao estudar a adição de farinha de resíduos de guavira em barra de cereais, obteve uma variação de 1,48 a 1,58%. Ferreira et al., 2018 ao analisar barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado obteve teor de 1,42%, semelhante à média obtida no presente estudo. Variações menores foram obtidas por Bueno *et al.*, 2020 em barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jaboticaba (0,81 a 0,94) e por Arévalo-Pinedo *et al.*, 2013 (0,87 a 0,91%). Já Capelezzo *et al.*, 2020 e Czaikoski *et al.*, 2016 relataram maiores teores (2,31 e 1,94 %, respectivamente).

Em relação ao teor de lipídios apresentou média de 6,13%, menor que o obtido em barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba (9,22 e 10,13), barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura (7,74) e barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro (19,96). (Roberto *et al.*, 2015; Cesar *et al.*, 2019; Capelezzo *et al.*, 2020). Teores semelhantes foram reportados por Czaikoski *et al.* 2016 em barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*), 6,80. Enquanto Damasceno *et al.*, 2017 relatou teores bem menores em barra de cereal enriquecida com Biomassa de *Spirulina platensis* com variação de 2,8 a 3,4%.

O teor de proteínas determinado foi de 5,54%, teor menor que o determinado por Moreira-Araújo *et al.*, 2021, o que pode ser justificado pela cultivar de feijão-caupi, uma vez que para produção da barra foi utilizada a cultivar BR17 Gurguéia. Teores próximos foram relatados por Czaikoski *et al.*, 2016 (5,69%), enquanto Bueno *et al.*, 2020 determinou teores menores, 0,43 a 0,76%.

O Teor de carboidratos foi de 77,48%, resultado esperado para barra alimentícia. Teores maiores (78,72 a 83,98%, 82,93 a 84,33%) foram reportados respectivamente por Damasceno *et al.*, 2017 e Bueno *et al.*, 2020. Menores teores foram citados por Cain *et al.*, 2019 (67,81 e 69,05%), Capelezzo *et al.*, 2020 (54,89%) em barras alimentícias.

Quanto às calorias totais apresentadas na Tabela 2, a barra fornece 387,37 calorias. Esse valor calórico foi próximo ao relatado por Damasceno *et al.*, 2017 (391,73 a 406,97%), e menor que as calorias de barras de cereais avaliadas por Cain *et al.*, 2019 (406,15 e 424,32%) e Damasceno *et al.*, 2017 (391,73 a 406,97%).

Tabela 2. Composição centesimal e Valor Energético Total (VET) da Barra de cereal.

Macronutrientes/Kcal	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Umidade	10,45 ± 0,15 ^a	8,64 ± 0,29 ^b	9,54 ± 0,22
Cinzas	1,53 ± 0,01 ^a	1,01 ± 0,03 ^b	1,27 ± 0,02
Proteínas	5,44 ± 0,14 ^a	5,64 ± 0,12 ^a	5,54 ± 0,13
Lipídios	6,56 ± 0,18 ^a	5,71 ± 0,33 ^b	6,13 ± 0,25
Carboidratos por diferença	75,98 ^a	78,99 ^b	77,48
VET	384,83 ± 0,92 ^a	389,92 ± 1,46 ^a	387,37 ± 1,19

Médias de três repetições. Letras iguais entre os lotes não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% $p > 0,05$, segundo o teste *t* de Student ao nível de 95% de confiança.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Portanto, os dados apresentados na Tabela 2 permitem afirmar que a barra alimentícia apresentou umidade em conformidade com os padrões vigentes para o produto, baixo teor de lipídios, bom conteúdo de proteínas e carboidratos de acordo com a faixa esperada para barra de cereais.

Os teores determinados na análise de fibras alimentares constam na Tabela 3. A barra de cereal adicionada de feijão-caupi apresentou altos teores, uma média total de 19,67% de fibras alimentares, desse total 11,25% foi de fibras insolúveis e 8,31% de fibras solúveis. Portanto, a barra desenvolvida é um alimento fonte de fibras alimentares, classificado como alto teor. Segundo a legislação vigente (Brasil, 2012), um alimento sólido pode ser considerado fonte de fibras alimentares, quando possui um mínimo de 3,0 g/100 g, e de alto teor quando contém, no mínimo, 6 g/100 g. Sendo que a recomendação diária do consumo de fibras alimentares é de 25 g/dia para adultos (Who, 2003). Portanto, o consumo de 100 g dessa barra chega a suprir 78,68% da recomendação diária.

A fração solúvel das fibras alimentares auxiliam diabéticos no controle dos níveis de glicose no sangue e na redução de risco de doenças cardiovasculares em diabéticos; enquanto a fração insolúvel auxilia na redução do risco de câncer de cólon e de problemas intestinais

(Ferreira et al., 2012; Gonzalez-Anton *et al.*, 2015).

Tabela 3. Análise de fibras alimentares na barra de cereal.

Insolúvel	Solúvel	Fibras totais
Média ±DP	Média ±DP	Média ±DP
11,25 ± 1,88 ^a	8,31 ± 1,76 ^b	19,67 ± 1,15

Médias de três repetições. Letras iguais entre o percentual de fibra insolúvel e solúvel não apresentam diferenças significativas ao nível de 5% $p > 0,05$, segundo o teste *t* de *Student* ao nível de 95% de confiança.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Resultado semelhante foi verificado por Roberto *et al.*, 2015 ao avaliar a qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba, em que o teor de fibras alimentares variou de 15,41 a 24,71%, fibra solúvel de 5,48 a 7,18% e insolúvel com média de 8,23 a 19,22%.

Os teores de fibras alimentares determinados no presente estudo são consideravelmente maiores que os analisados em barra de cereais adicionada de farinha de resíduos de guavira com uma quantidade de fibras alimentares totais que variou de 8,12 a 13,36%, fibra solúvel de 2,84 a 3,42% e insolúvel variando de 5,27 a 9,94%. Assim como também em barras de cereais com adição de farinha de ameixa, com teores de fibras totais abaixo (2,19 %). (Cain *et al.*, 2019; Capelezzo *et al.*, 2020)

Pelo exposto na Tabela 3 pode-se afirmar que a barra de cereal adicionada de feijão-caupi apresentou uma fração maior de fibra insolúvel.

Na Tabela 4 estão demonstrados os teores de compostos bioativos analisados na barra de cereal. A barra apresentou maior conteúdo de Taninos condensados, o que era esperado devido ao uso da farinha de feijão-caupi, estando relacionado a presença desses compostos no feijão.

Tem-se observado constantemente na literatura o aporte do feijão-caupi no fornecimento de compostos fenólicos, em estudos foi verificada uma variação de 89,43 a 295,23 mg EAG.100 g-1 em grãos de 9 cultivares de feijão-caupi (Barros *et al.* (2017); Cavalcante *et al.* (2017b)). A cultivar BRS Tumucumaque, utilizada na produção da farinha para elaboração da barra do presente trabalho foi analisada no estudo de Moreira-Araújo *et al.* (2017), em que se verificou um teor de 177 mg EAG.100 g-1 de fenólicos totais e 45.8 mg/ 100g de quercetina de flavonoides totais nos grãos dessa cultivar. Diante dos resultados obtidos (Tabela 4) pode-se afirmar que os compostos fenólicos e flavonóides totais ainda se apresentam com altos teores no produto desenvolvido.

Tabela 4. Compostos bioativos da barra de cereal.

Compostos Bioativos	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Fenólicos totais mg/ 100g de ácido gálico	50,44 ± 5,25 ^a A	51,64 ± 6,68 ^a A	51,04 ± 5,96
Flavonoides totais mg/ 100g de quercetina	26,34 ± 0,59 ^a B	51,64 ± 6,68 ^b A	38,99 ± 0,63
Taninos condensados mg/ 100g de catequina	149,45 ± 2,37 ^a C	114,28 ± 2,37 ^c B	131,86 ± 2,37

Médias de três repetições. Letras iguais entre os lotes não apresentam diferenças significativas segundo o teste *t* de *Student* e letras maiúsculas diferentes entre os compostos bioativos apresentam diferença significativa ao nível de 5% $p > 0,05$ com nível de 95% de confiança.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Os dados na literatura sobre compostos bioativos e atividade antioxidante em produtos alimentícios são escassos ainda, sendo mais relatado estudos sobre a presença desses compostos em grãos de cultivares de feijão-caupi, e de produto destaca-se o pão de queijo desenvolvido por Cavalcante *et al.*, 2016. São relatados produtos desenvolvidos com feijão-caupi que fizeram avaliação sensorial, composição físico-química, minerais e qualidade tecnológica. Tais como: *nugget*, *vegetal burgers*, biscoito tipo *cookie* sem glúten, *cookies*, *cookies* a base de farinhas variadas, barra de cereal, pães integrais, biscoito e rocambole. (Abreu *et al.*, 2020; Lima *et al.* 2018; Souza *et al.*, 2018; Maia *et al.*, 2020; Landim *et al.*, 2019; Moreira-Araújo *et al.*, 2021; Simplício 2013; Frota *et al.*, 2010).

A legislação brasileira (Brasil, 2003) não exige teor mínimo de antioxidantes em barra de cereais, e a presença de antioxidantes em qualquer quantidade, torna-a um alimento diferencial sob o ponto de vista nutritivo e funcional. Em virtude disso, pode-se dizer que a barra de cereais dessa pesquisa apresenta benefícios ao consumidor, pois possibilita o incremento de antioxidantes na dieta que podem auxiliar no combate do efeito oxidativo dos radicais livres.

Ao comparar o teor de compostos bioativos presentes na barra com o pão de queijo biofortificado com feijão-caupi desenvolvido por Cavalcante *et al.*, 2019, verificou-se que o mesmo apresentou maiores teores de fenólicos totais, 188.4 mg EAG.100 g⁻¹, flavonóides 85.9 mg de quercetina. g⁻¹ e menores de taninos condensados (7.0 mg de catequina. g⁻¹), o que pode estar relacionado ao uso de cultivares diferentes no desenvolvimento de cada produto. Para produção do pão de queijo foi usada a cultivar BRS Xiquexique, enquanto para produção da barra utilizou a cultivar BRS Tumucumaque.

Já a barra de Cereais adicionada de cogumelo *agaricus brasiliensis* desenvolvida por Córdova *et al.* (2012) apresentou teores próximos ao determinado na barra desenvolvida, 67,45

mg EAG.100 g⁻¹ de fenólicos totais. Importante destacar que a identificação dos compostos fenólicos presentes na barra é de suma importância para o aumento de seu consumo, já que Moreira-Araújo *et al.* (2017) identificaram entre os compostos fenólicos contidos nos grãos de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque, o ácido gálico (45,4 mg / 100 g), catequina (5,57 mg / 100 g), epicatequina (8,67 mg / 100 g), ácido ferúlico (11,1 mg / 100 g) e ácido clorogênico (2,39 mg / 100 g). Os dados apresentados na Tabela 4 permitem afirmar que a barra apresentou maior conteúdo de taninos condensados, seguido de fenólicos totais e flavonoides totais, respectivamente.

A determinação da atividade antioxidante foi realizada com três radicais diferentes. Na Tabela 5 encontram-se os teores obtidos em cada análise, DPPH (120,40 μmol/100g de ácido ascórbico /124, μmol Trolox. g⁻¹) ABTS (103,18μmol/100g de ácido ascórbico /101,16 μmol Trolox. g⁻¹/60,07μmol/100g de ácido ascórbico) FRAP (14,37 μmol Trolox. g⁻¹/97,57μmol/100g de Fe II). Permitindo constatar que pela captura do radical livre DPPH obteve melhor resposta em relação a capacidade antioxidante na barra de cereal.

Moreira-Araújo *et al.* (2017) avaliaram a capacidade antioxidante no grão da cultivar BRS Tumucumaque e verificou um teor de 552 μmol Trolox. g⁻¹. Os valores determinados para atividade antioxidante na barra foi de 124,29 μmol Trolox. g⁻¹, comprovando assim ação antioxidante do produto desenvolvido, caracterizando-a como um produto funcional. Cavalcante *et al.*, 2019 verificaram atividade antioxidante de 497.5 μmol Trolox. g⁻¹, resultado bem mais expressivo que o da barra (124,29 μmol Trolox. g⁻¹), que também se justifica pelo uso da cultivar utilizada. Córdova *et al.* (2012) desenvolveram uma barra de Cereais com *agaricus brasiliensis* e verificou uma atividade antioxidante de 29,47 a 40,17 mg CAET.100 g⁻¹.

Tabela 5. Análises dos antioxidantes da barra de cereal.

	Antioxidantes	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
	μmol/100g de ácido ascórbico	121,69 ± 4,27 ^a A	119,12 ± 2,31b A	120,40 ± 3,29
DPPH	μmol/100g de Trolox	125,62 ± 4,41 ^a B	122,96 ± 2,39b B	124,29 ± 3,40
	μmol/100g de ácido ascórbico	103,18 ± 2,34 ^a C	-	103,18 ± 2,34
	μmol/100g de Trolox	101,16 ± 2,29 ^a D	-	101,16 ± 2,29
ABTS	μmol/100g de ácido ascórbico	63,37 ± 9,98 ^a E	56,78 ± 6,15b C	60,07 ± 8,06
	μmol/100g de Trolox	17,30 ± 2,69 ^a F	11,44 ± 0,00b D	14,37 ± 1,34
FRAP	μmol/100g de Fe II	102,51 ± 6,47 ^a G	92,63 ± 0,00b E	97,57 ± 3,23

Médias de três repetições. Letras iguais entre os lotes não apresentam diferenças significativas segundo o teste *t* de *Student* e letras maiúsculas diferentes entre os antioxidantes apresentam diferença significativa ao nível de 5% $p > 0,05$ com nível de 95% de confiança.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Os dados apresentados na Tabela 5 permitiram observar que com o incremento na concentração dos compostos bioativos, foi possível verificar a atividade antioxidante da barra de cereal com feijão-caupi pelos três métodos determinados *in vitro*.

4. Conclusão

A barra de cereais apresentou alto teor de nutrientes, fibras alimentares, compostos bioativos e atividade antioxidante. Assim, a barra alimentícia produzida é uma ótima opção para a obtenção de um produto mais saudável, utilizando matérias-primas regionais como o feijão-caupi e o mel de abelha *Apis mellífera*.

Destaca-se a importância da identificação dos compostos fenólicos presentes na barra, tendo em vista os benefícios desses como antioxidantes, a fim de demonstrar o potencial funcional do uso dessas matérias-primas regionais na elaboração de novos produtos.

Agradecimentos

À Embrapa Meio Norte pelo fornecimento do feijão-caupi a cooperativa de apicultores de Massapê do Piauí. Ao CNPq pelo financiamento. Edital Universal, 2016, processo, processo 431314 / 2016-0.

Referências

Abreu, B. B., Ferraz, L. R. L., Cavalcante, R. B. M., Campos, C. M. F., Gonçalves, M. F. B., Oliveira, E. L. C., Brandão, A. C. A. S., & Araújo, R. S. R. M. (2020). Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). *Brazilian Journal Development*, 6(2), 9446-9453.

Andrade, F. N.; Rocha, M. de M.; Gomes, R. L. F.; Freire Filho, F. R.; Silva, K. J. D.; Rodrigues, E. V.; & Silva, L. R. A. (2011). Potencial nutricional e culinário de linhagens de tegumento e cotilédone verdes para o mercado de feijão-caupi verde. *IV Reunião de Biofortificação*. Teresina-PI.

Angelo, P. M., & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 66 (1), 32-240.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. (2005). *Official Methods of analysis*. 16. ed. Arlington: AOAC. 1025p.

Arévalo-Pinedo, A., Arévalo, Z. D. S., Beserra, N. S., Zuniga, A. D. G., Coelho, A. F. S., & Pinedo, R. A. (2013). Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15 (4), 405-411.

Barros, N. V. A., Rocha, M. M., Glória, M. B. A., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2017). Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*. 28(5), 824-831.

Brasil (2000). Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. *Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel*. DOU 23/10/00, Seção I, págs. 16-17.

Bueno, T. M., Schiassi, Maria, C. E. V., Souza, R. H., Carvalho, G. R., & Queiroz, F. (2020). Efeito do forneamento e resfriamento em barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jaboticaba. *Research, Society and Development*, 9(11).

Cain, J. P., Silva, J.M.S., Soares, J.M., Santos, M.M.R., Amaral, L.A., Santos, E.F., & NOVELLO, D. (2019). Adição de farinha de resíduos de guavira em barra de cereais: aceitabilidade sensorial e caracterização físico-química. *Conexão Ciência*. 14(2), 18-26.

CAI, R.; HETTIARACHCHY, N. S.; & JALALUDDIN, M. (2003). High-performance liquid chromatography determination of phenolic constituents in 17 varieties of cowpeas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51 (6), 1623-1627.

Cavalcante, R. B. M., Morgano, M. A., Glória, M. B. A., Rocha, M. M., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araujo, R. S. R. (2019). Mineral content, phenolic compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. *Food Science and Technology*, v (4), 843-849.

Cavalcante, R. B. M., Araújo, M. A. M., Rocha, M. M.; & Moreira-Araújo, R. S. R. (2017a). Effect of thermal processing on chemical compositions, bioactive compounds, and antioxidant activities of cowpea cultivars. *Revista Caatinga*, 30(4),1050-1058.

Cavalcante, R. B. M., Araújo, M. A. M., Rocha, M. M., Silva, K. J. D., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2017b) Effect of thermal processing on total polyphenol content in the grain of cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*, 48 (5), 806-810.

CAVALCANTE, R. B. M. C.; MORGANO, M. A.; SILVA, K. J. D.; ROCHA, M. M.; ARAÚJO, M. A. M.; & MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. (2016). Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. *Ciência e Agrotecnologia*. 40(1).

Capelezzo, L., Agnol, J. D., Tombini, C., Godoy, J. S., Onofre, S. B., Junior, & Francisco, R. S. M. (2020) Elaboração e avaliação físico-química de uma barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro. *Brazilian Journal Health Revista*, 3(3), 5107-5121.

Cesar, E. L., Felix, A. C. F., Barreto, H. C., Neto, J. F., Gomes, D. J., & Andrade, M. W. (2019). Avaliação física, química e microbiológica de barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura. *Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)*, 3(2), 20- 26.

Czaikoski, A., Czaikoski, K., Mazile, J. R., Bezerra, I., Rigo, M., & Teixeira, A. M. (2016). Avaliação físico-química e sensorial de barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*). *Ambiência Guarapuava*. 12(2), 647 – 654.

Damasceno, I.A.M.; Lima, P. K. D.; Castiglioni, G. L., Monteiro, S.; Batista, H.; & Souza, A. R. M. (2017). Barra de Cereal Enriquecida com Biomassa de *Spirulina platensis*. *Revista Agrarian*. 10(38), 278-287.

FERREIRA, A. E. et al. (2012). Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. *Alimentos e Nutrição*, 23(4), 603-607.

Ferreira, P. M.; Roberto, B. S.; & Camisa, J. (2018). Caracterização e Aceitabilidade de Barras de Cereais Enriquecidas com Colágeno Hidrolisado. *Revista Virtual Química*, 10 (1), 155-171.

Frota, K. M. G., Morgano, M. A., Silva, M. G., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2010). Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1), 44-50.

Gonzalez-Anton, C et al. (2015). An enriched, cereal-based bread affects appetite ratings and glycemic, insulinemic, and gastrointestinal hormone responses in healthy adults in a randomized, controlled trial. *Journal of Nutrition*, 145(2),231-238.

Kim, D., Jeong, S.W., & Lee, C.Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*. 81, 321-326.

Lima, J. R., Garruti, D. S., Machado, T. F., & Araújo, I. M. S. (2018). Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. *Revista Ciência Agronômica*, 49(4), 708-714.

Maia, L. C., Nano, R. M. W., Santos, W. P. C., Nascimento, P. V. B. S., Miranda, K. E. S., & Oliveira, F. S. (2020). Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. *Food Science and Technology*. 41(3), 1-7.

Moreira-Araújo, R. S. R., Sampaio, G. R., Soares, R. A. M., Silva, C. P., Araújo, M. A. M., & Arêas, J.A. G. (2018). Identification and quantification of phenolic compounds and antioxidant activity in cowpeas of BRS Xiquexique cultivar. *Revista Caatinga*, 31(1), 209- 216.

Moreira-Araújo, R. S. R.; Sampaio, G. R.; Soares, R. A. M.; Silva, C. P.; & Arêas, J. A. G. (2017). Identification and qualification of antioxidant compounds in cowpea. *Revista Ciência Agronômica*. 48(5),799-805.

Moreira-Araújo, R. S. R.; Sousa, I.G.M.; Cavalcante, R. B. M. C.; Morgano, M. A.; & Araújo, M. A. M. (2021). Barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi, castanha de caju e banana passa. *Revista Ciência Agronômica*, 52(3), 1-8.

Price, M.L., Scoyoc, S.V., & Butler, L.G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 26, 1214-1218.

Roberto, B.S.; Silva, L.P, Macagnan, F.T.; Bizzani.; & Bender, A.B.B. (2015). Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba. *Revista Instituto Adolfo Lutz*.74(1), 39-48.

Rufino, M.S.M., Alves, R.E., Pérez-Jiménez, J., Saura, Calixto, F., Brito, E.S, & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*. 121(4), 996–1002.

Silva, A. A.; Santana, L. R. R., Bspo, E. S., & Lopes, M. V. (2018). Aproveitamento da polpa de Umbu (*Spondias tuberosa* arr. Cam.) na produção de barras de cereais sem adição de açúcar. *Revista Brasileira Fruticultura*. 40(2), 540.

Simplicio, A. P. M. (2013). *Desenvolvimento de pão integral enriquecido com farinha de cultivares de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. 61 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

Singleton, V.I., & Ross, I J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid agents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16,144 158.

Souza, E. J. D. (2018). *Propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais de biscoito tipo cookie sem glúten, desenvolvido com arroz de diferentes teores de amilose e feijão-caupi*. (2018). 92f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Watt, B.; & Merrill, A. L. (1963). *Composition of foods: raw, processed, prepared*. DC: *Consumer and Food Economics Research Divison* (USDA), Washington. 190p.

5.2 ARTIGO CIENTÍFICO II

Submeter à Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos (Food Science and Technology) da SBCTA.

Caracterização sensorial, físico-química, microbiológica de barra de cereais adicionada de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha (*Apis mellífera*).

Maria Fabrícia Beserra Gonçalves, Iuska Grazielle Macêdo de Sousa, Marcos Antônio da Mota Araújo, Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização sensorial, físico-química e qualidade microbiológica de barra de cereal adicionada de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) e mel de abelha (*Apis mellífera*). A barra foi analisada em dois momentos, no tempo zero (T0) e com trinta dias (T30) sob armazenamento em temperatura ambiente. Foram realizadas análises sensoriais, físico-químicas e microbiológica. A barra analisada apresentou estabilidade microbiológica, boas condições higiênico-sanitárias e de consumo, estando dentro dos limites previstos pela Legislação vigente. Apresentou umidade (9,54%) em conformidade com os padrões vigentes para o produto, baixo teor de lipídios (6,13%), bom conteúdo de proteínas (5,54%) e carboidratos (57,81%) de acordo com a faixa esperada para barra de cereais. Houve variação tanto no pH quanto para acidez entre os tempos analisados, com redução do pH e aumento da acidez. A atividade de água determinada na barra encontrava-se dentro do teor esperado para barra de cereais. Em relação aos parâmetros de textura houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros analisados, observando aumento da dureza. A análise sensorial é uma ferramenta utilizada no desenvolvimento de produtos, visando a garantia de qualidade e aceitação dos mesmos, sendo a textura um fator muito importante, o uso de farinha de feijão-caupi mostrou-se como uma ótima opção na elaboração de barra de cereal.

Palavras-chave: Feijão caupi; Barra alimentícia; Matéria-prima regional; Mel de abelha.

ABSTRACT

The objective of this research was to carry out the sensorial, physical-chemical and microbiological characterization of a cereal bar added with cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) and honey (*Apis mellifera*). The bar was analyzed in two moments, at time zero (T0) and

with thirty days (T30) under storage at room temperature. Sensory, physical-chemical and microbiological analyzes were carried out. The analyzed bar presented microbiological stability, good hygienic-sanitary and consumption conditions, being within the limits foreseen by the current legislation. It showed moisture (9.54%) in accordance with the current standards for the product, low lipid content (6.13%), good protein content (5.54%) and carbohydrates (57.81%) according to the expected range for cereal bars. There was variation both in pH and acidity between the times analyzed, with a reduction in pH and an increase in acidity. The water activity determined in the bar was within the expected content for a cereal bar. In relation to the texture parameters, there was a significant difference ($p \leq 0.05$) in all analyzed parameters, observing an increase in hardness. Sensory analysis is a tool used in the development of products, aiming at guaranteeing their quality and acceptance, texture being a very important factor, the use of cowpea flour proved to be a great option in the elaboration of bar cereal.

Keywords: Cowpea beans; food bar; Regional raw material; Bee's honey.

INTRODUÇÃO

As barras de cereais, são elaboradas a partir de uma mistura de cereais aglutinados como frutas desidratadas e ou cristalizadas, mel ou xarope e ou com outros ingredientes. Os ingredientes mais utilizados são aveia, trigo ou arroz e soja. Se destacam no mercado porque são alimentos de fácil consumo, requerem pouco ou nenhum preparo, sendo o xarope de glicose o elemento agregador dos ingredientes da barra proporcionando rápida absorção de energia. Elas se destacam pelo teor de nutrientes, distribuído em gorduras, proteínas, vitaminas, minerais e alto conteúdo de fibras alimentares. A adição com vários nutrientes tornou-se uma opção para otimizar efeitos benéficos para a saúde do consumidor, pois a associação entre barra de cereais e alimentos saudáveis se tornou uma tendência no setor de alimentos. (GUTKOSKI *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2014).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é um dos alimentos mais consumido pela população de baixa renda, sendo uma importante fonte proteica de baixo custo. O grão pode ser usado para inúmeros fins e em diferentes sistemas de produção. A produção de farinha dessa leguminosa é uma estratégia viável para o maior aproveitamento dessa matéria-prima na criação de novos produtos ou enriquecimento dos existentes, melhorando o valor nutritivo desses alimentos e auxiliando no controle das carências nutricionais. (ANDRADE *et al.*, 2011; MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2021)

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2000) mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou secreções adocicadas de partes vivas de plantas e /ou excreções de insetos sugadores de plantas. O mel pode variar de acordo com a sua origem floral que reflete diretamente na sua composição física e química e características sensoriais (sabor e cor), e para fins de comercialização, o mel pode ser classificado de acordo com sua origem botânica e procedimento de obtenção (ABADIO FINCO *et al.*, 2010).

No desenvolvimento de novos produtos a análise sensorial pode servir como suporte técnico para a pesquisa, industrialização, marketing e controle de qualidade de um produto (DUTCOSKY, 2013). Um atributo importante relacionado a qualidade, escolha e aceitação de barra de cereais está relacionado a textura. Segundo SZCZESNIAK (2002), textura é o conjunto de atributos mecânicos, geométricos e superficiais de um produto que é perceptível por meio de receptores mecânicos, táteis, visuais e auditivos. Os parâmetros texturais são medidos objetivamente em função da massa, tempo e distância (PAULA e CONTI SILVA 2014; LORENZO *et al.* 2015).

A dureza de um alimento refere-se à força máxima necessária para comprimi-lo e está diretamente relacionado ao grau de frescura do mesmo (AKWETEY e KNIPE 2012). A análise do perfil de textura é uma excelente ferramenta instrumental que consiste em submeter amostras de um alimento ou produto a uma dupla compressão em relação à sua altura inicial, na qual é simulado a força realizada na mordida, sem quebrar a matriz do mesmo (KIM *et al.* 2012). A intensidade dos atributos medidos sofre influência da taxa de deformação, sendo determinante estabelecer condições uniformes no teste a fim de obter informações confiáveis e precisas (ROSENTHAL, 2010).

A pesquisa teve como objetivo realizar a caracterização sensorial, físico-química, avaliar a qualidade microbiológica e textura de barra de cereal adicionada de feijão-caupi e mel de abelha (*Apis melífera*).

MATERIAL E MÉTODOS

Aquisição das Matérias-primas

Os grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) da cultivar BRS Tumucumaque foram provenientes do campo experimental da Embrapa Meio-Norte de Teresina-PI, localizada a 72 metros de altitude, 5° 5' de latitude sul e 42° 48' de longitude oeste. O mel de abelha *Apis melífera* de origem botânica, *Sida galheirensis* 100%, foi adquirido das associações de

apicultores do município de Massapê do Piauí da região sul do estado do Piauí localizada a latitude 07°27'46" sul e a uma longitude 41°07'32". As demais matérias-primas (aveia em flocos, arroz em flocos, biscoito de amido de milho, castanha de caju, banana passa, xarope de glicose, açúcar mascavo), utilizadas na elaboração da barra, foram obtidas no comércio varejista local de Teresina-PI.

Obtenção da farinha integral de feijão-caupi (FFC)

Baseado em Moreira-Araújo *et al.* (2021), para obtenção da (FFC) inicialmente colocou-se os grãos de molho em água destilada 1:2 (p/v) por 1 hora, seguida de secagem em estufa ventilada a 70°C (modelo 314D242), por 6 horas, e moagem em moinho semi-industrial (Fritsch).

Processamento da barra de cereal

Para a produção da barra de cereal baseou-se na metodologia de Moreira-Araújo *et al.* (2021), os ingredientes foram divididos em dois grupos: os ingredientes secos (FFC, farinha do biscoito de milho, aveia em flocos, arroz em flocos, castanha de caju e banana passa) e os ingredientes úmidos (açúcar mascavo, mel de abelha e xarope de glicose).

Para a elaboração das barras, o biscoito de milho foi processado em liquidificador modelo Problend 4 e peneirado para a obtenção da farinha 0,5 mesh. As castanhas de caju foram trituradas em pilão de ferro e a banana passa foi cortada em cubos pequenos com o auxílio de uma faca de inox.

Os ingredientes secos foram misturados em forma de inox e levados à estufa ventilada modelo 320 - SE por 15 minutos a 100 °C. Os ingredientes do xarope de aglutinação foram misturados e levados para o banho-maria (100 °C/2min). Decorrido esse tempo, os ingredientes secos foram adicionados ao xarope de aglutinação, formando uma massa, que foi prensada com um rolo e moldada com espátula em forma de inox coberta com papel manteiga, onde permaneceu até atingir temperatura ambiente. Após o corte em formato retangular com dimensões de 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, as barras (Figura1) foram embaladas em papel filme e armazenadas em temperatura ambiente para análises posteriores.

Figura 1. Barra de cereal adicionada de feijão-caupi



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Tabela 1. Porcentagem de matérias-primas utilizadas na produção da barra de cereal.

Matérias-primas	Formulação (%)
<i>Xarope de aglutinação</i>	
Açúcar mascavo	2 – 20
Mel de abelha	5 – 40
Xarope de glicose	5 – 40
<i>Secos</i>	
Farinha de feijão-caupi (FFC)	2 – 15
Farinha do biscoito de amido de milho	2 – 15
Aveia em flocos	5 – 35
Flocos de arroz	1 – 15
Castanha de caju	1 – 15
Banana-passa	1 – 15

Fonte: Moreira –Araújo *et al*, 2021.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada com 102 assessores não treinados de ambos os sexos de 18 a 50 anos, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme legislação em vigor. Foram realizados testes de análise sensorial, conforme descrito por Dutcosky (2013). . As amostras foram apresentadas de forma monádica e o delineamento utilizado foi de blocos completos balanceados em duas sessões de análises Para verificar a aceitação, foi utilizada uma escala hedônica de nove pontos (1 = não gostei muito; 5 = indiferente; 9 = gostei muito). Um teste de escala de cinco pontos foi aplicado para determinar a

intenção de compra do produto, com os termos: 1 - certamente não compraria a 5 - certamente compraria. Foi realizado o teste de comparação múltipla com uma barra de cereal comercial utilizada como barra padrão. Realizou-se a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) por uma equipe composta por cinco assessores treinados do Laboratório de Desenvolvimento de Produto e Análise Sensorial - LASA / UFPI.

Análise de Textura

Para análise instrumental de textura foi padronizado as dimensões da barra de cereal, 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de largura, e utilizou Analisador de Textura CT3. Para análise de resistência ao corte (cisalhamento) realizou três repetições e usou o dispositivo *probe* TA7, Base TA-TPB, com velocidades pré-teste de 2 mm.s-1, teste de 2 mm.s-1 e pós-teste de 10 mm.s-1, carga do trigger: 50g e distância de 10 mm.

Para análise de perfil de textura (TPA), foi realizada com três repetições, utilizou a *probe* TA-AACC3, Base TA-DEC, com velocidades pré-teste de 1 mm.s-1, teste de 2 mm.s-1 e pós-teste de 2 mm.s-1, carga do trigger: 50g, deformação de 50% e distância de 15 mm.

Análises Físico-químicas e microbiológicas da barra

Todas as análises foram realizadas no tempo zero e após trinta dias, com exceção da análise sensorial. Para a determinação do pH, utilizou-se o método eletrodo de vidro (KCl/AgCl saturado), com sistema microprocessado e calibração em tampões 4,0 e 7,0. A determinação de pH foi realizada em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, utilizando pHmetro PH – 2000 de acordo com IAL, 2008.

Para realizar a análise de acidez a amostra foi pesada (10g) de amostra e transferida para um frasco Erlenmeyer de 125mL, em seguida adicionou-se 1000mL de água deionizada. Adicionou 4 gotas da solução fenolftaleína e titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea. O pH para determinar o ponto de viragem foi de 8,2 – 8,4.

Cálculo: $[(V*f)/(P*c)] * 100 = \text{acidez em solução molar por cento m/m}$

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0, 1mol.L-1 gasto na titulação

f = fator da solução de hidróxido de sódio 0, 1mol.L-1

P = nº de g da amostra usado na titulação

c = correção para solução de NaOH – 10 para solução NaOH 0, 1mol.L-1

Para a determinação do teor de atividade de água utilizou Analisador de Atividade de água Labswift – Novasina.

Para a Avaliação da qualidade foram realizadas as análises de *Escherichia coli*, Bolores e Leveduras e *Salmonella spp*, conforme os critérios estabelecidos pela Instrução Normativa N° 161 de 2022. As análises foram realizadas na barra fresca segundo a metodologia do manual de métodos de análise microbiológica de alimentos (SILVA *et al.*, 2007).

Composição centesimal, valor de energia total (VET)

A umidade foi determinada após secagem em estufa (modelo 314D242) a 105 °C e teor de cinzas após calcinação das amostras em forno mufla (modelo Q-318M21) a 550 °C. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Macro-Kjeldahl com fator de conversão de 6,25 e o teor de lipídeos por extração intermitente a quente utilizando o éter de petróleo como solvente em aparelho de Soxhlet (Tecnal, TE-044, Piracicaba, Brasil) (AOAC, 2005). O total de carboidratos foi calculado por diferença. O VET foi estimado de acordo com os valores de conversão Atwater, que são baseados no teor de macronutrientes (proteínas, lipídios, carboidratos e fibras alimentares solúveis) e multiplicados pelos fatores 4, 9, 4 e 2 (em kcal. G-1), respectivamente, para obter o VET (WATT & MERRILL, 1963; BRASIL, 2020).

Aspectos éticos

A pesquisa faz parte do projeto intitulado “Elaboração de produtos com matérias-primas regionais”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí, sob o parecer n° 750.942. Os participantes do estudo assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme Resolução n° 466 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012).

Análise estatística

Foi criado um banco de dados no *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21.0 (2016). O teste de t de *Student* foi usado para verificar diferenças entre as médias, com nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$) e intervalo de confiança de 95%, respectivamente.

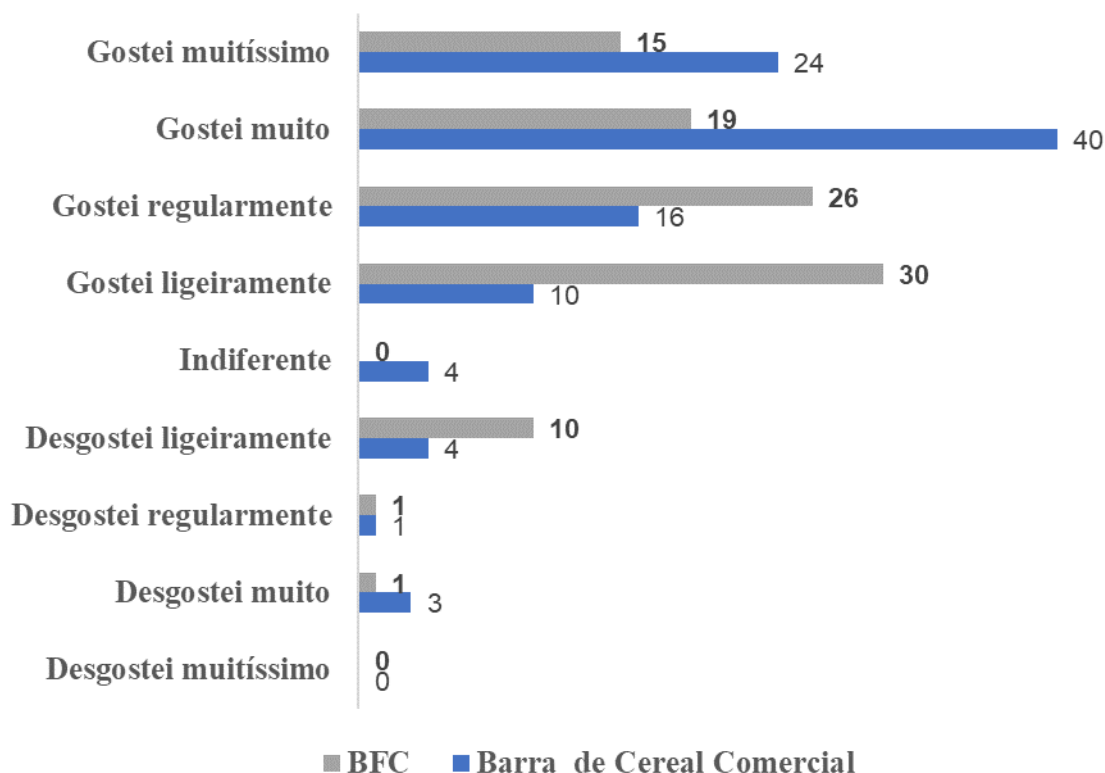
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As notas atribuídas às barras de cereal, comercial (P1) e barra de feijão-caupi (BFC) pelos assessores não treinados se encontram na Figura 2. As barras apresentaram, em relação aos atributos avaliados, maior frequência de notas no intervalo de 6 (“gostei ligeiramente”) a 9 (“gostei muitíssimo”). Esse resultado demonstra a aceitação do produto e sua viabilidade, uma vez que a barra (BFC) obteve notas semelhante a barra comercial (P1), maior porcentual de aceitação e menores graus de rejeição. Com relação a rejeição (notas menores ou iguais a 4), observou-se que apenas 12 assessores atribuíram notas de rejeição a barra de feijão-caupi.

É importante ressaltar que a barra de cereal de feijão-caupi não apresentou nenhuma nota indiferente, indicando que a barra possui características sensoriais bem definidas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2018), em barra de cereais fortificada com adição dos vegetais: cenoura (*Daucus carota* L.) e beterraba (*Beta vulgaris* L.), em que médias das notas variaram de 8,13 a 8,08. Já Damasceno *et al.* (2017), encontraram média menor em barra de cereal enriquecida com biomassa de *Spirulina platensis* (6,0 - 6,5).

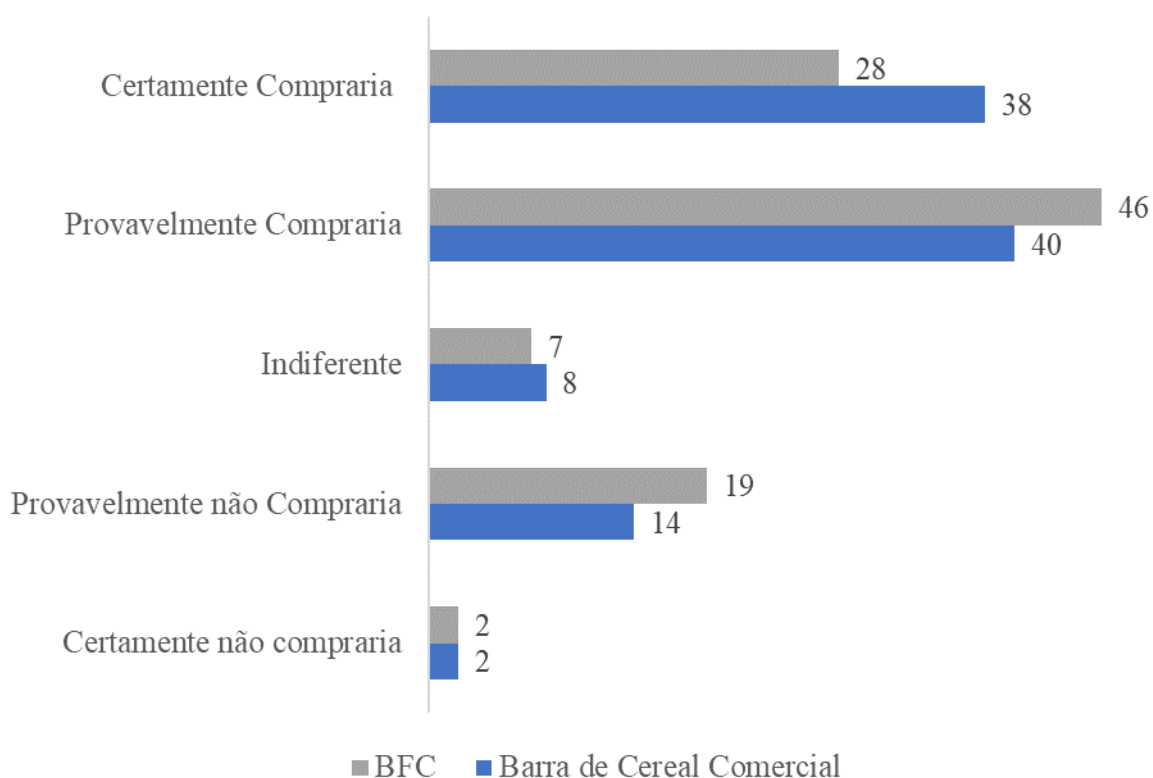
Figura 2: Escala Hedônica das barras de cereais comercial com a barra de cereal adicionada com farinha de feijão-caupi.



Legenda: P1 - Barra de cereal comercial. BFC- Barra de cereal adicionada de farinha de feijão-caupi
 Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No resultado do Teste de Intenção de compra (Figura 3) observa-se que as notas médias se concentraram de 4 (“provavelmente compraria”) a 5 (“certamente compraria”), as barras BFC e P1 apresentaram 74 e 78, respectivamente, de intenções positivas para a compra dos produtos (Figura 2), confirmando o resultado obtido com o teste de aceitação e indicando uma ótima intenção de compra. Ao comparar esse resultado com outros produtos que também utilizaram farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), destaca-se que a intenção de compra da BFC foi maior do que o resultado obtido em formulações de pão de queijo desenvolvidas por Cavalcante *et al.* (2016), que foram de 50%. Já Abreu *et al.* (2020) obtiveram resposta de 88% de intenções de compra positivas em *nugget* à base do resíduo da acerola e feijão-caupi.

Figura 3: Intenção de compra das barras de cereal comercial 1 e 2 com a barra de cereal adicionada com farinha de feijão-caupi.



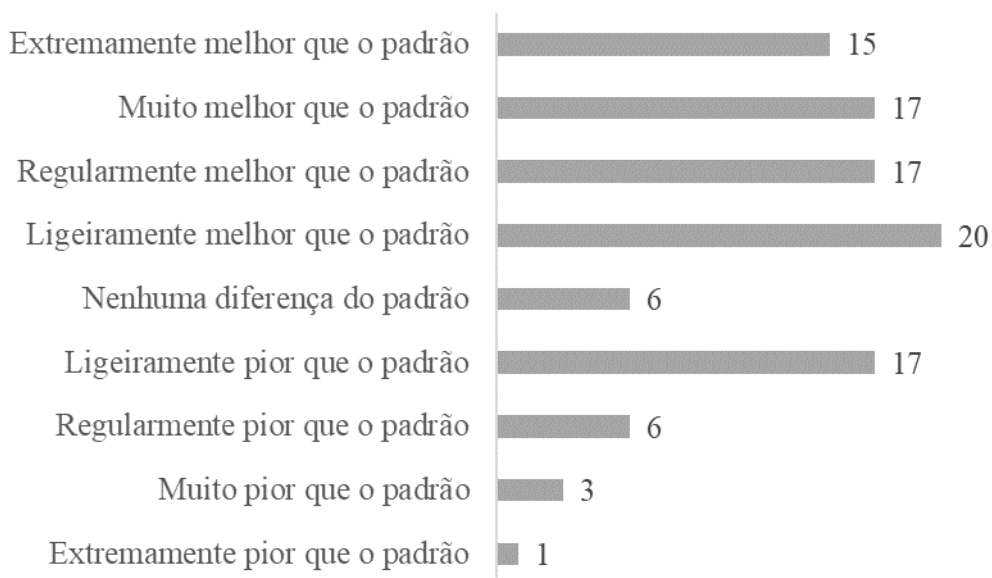
Legenda: P1 - Barra de cereal comercial usada como Padrão 1; BFC - Barra de cereal adicionada de farinha de feijão-caupi.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

No teste de comparação múltipla, os assessores atribuíram notas para a barra em todas as categorias, vale ressaltar um ponto positivo, que a maior parcela das médias se concentrou em notas de “ligeiramente melhor que o padrão” a “extremamente melhor que o padrão”, de acordo com a escala de comparação múltipla. Esse teste reafirma a viabilidade da adição da farinha de feijão-caupi na produção de barra de cereal, visto que o produto desenvolvido apresentou

potencial competitivo em relação a barra comercial. Considerando a frequência das notas atribuídas, 69 dos assessores consideraram a barra melhor do que a barra padrão (Figura 4).

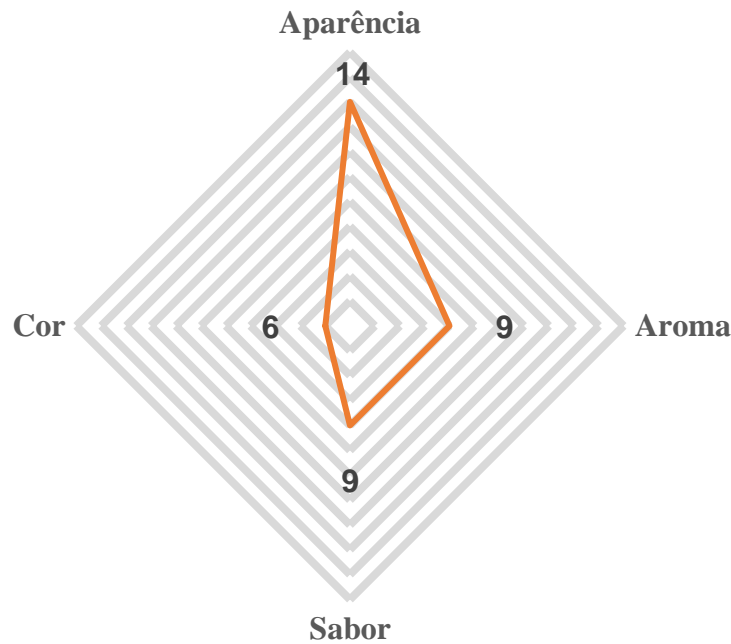
Figura 4: Comparação da Barra de cereal adicionada de farinha de feijão-caupi com a barra de cereal comercial.



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Na análise descritiva quantitativa (ADQ) os assessores treinados caracterizaram a barra com aparência de barra cor bege mesclada bege clara e caramelo com pontos escuros, aroma de mel com banana, sabor de banana com mel e castanha, cor bege com pontos escuros. Essas características listadas receberam notas relativas à sua intensidade de acordo com uma escala de 15 cm (APÊNDICE 2).

Ao observar a Figura 5 do gráfico aranha pode-se afirmar que essas características sensoriais se expressaram no intervalo de moderado a acima do moderado, com exceção da característica cor que apresentou média um pouco abaixo do moderado. Demonstrando assim a similaridade sensorial da barra estudada com o produto comercial, ratificando que a barra de feijão-caupi possui características sensoriais definidas e própria de barra de cereal.

Figura 5: Descritores de Barra de cereal adicionada de farinha de feijão-caupi.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Na Tabela 2 estão demonstrados os resultados da análise microbiológica da barra de cereal. Os resultados revelaram que a barra alimentícia se apresentava em boas condições higiênico-sanitárias e de consumo, estando dentro dos limites previstos pela Instrução Normativa N° 161 de 2022.

A barra alimentícia demonstrou ausência de *Salmonella sp* em 25g (limite ausência); contagem de *Escherichia coli* menor que 10 UFC/g (tolerância de 10^2 UFC/g); e para Bolores e Leveduras encontrou-se valores de $1,2 \times 10^2$ UFC/mL (limite tolerado de 5×10^2 UFC/mL). De acordo com SILVA *et al.*, 2007, os micro-organismos são indicadores da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, que em número elevado podem deteriorar o produto, além de indicar condições higiênicas de produção não adequadas.

Tabela 2. Análise microbiológica de barra de cereal adicionada de feijão-caupi.

MICROORGANISMOS	T0	T30	PADRÕES
<i>Escherichia coli</i> (NMP/225 mL)	< 10	< 10	10^2 (UFC/g)
Bolores e Leveduras (UFC/mL)	$1,2 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$	5×10^2 (UFC/mL)
<i>Salmonella spp</i> (Ausência/25g)	Ausência	Ausência	Ausência em 25g

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

O teor de atividade de água (Tabela 3) da barra elaborada variou de 0,51 a 0,532, menor que os teores da barra de cereais desenvolvida com resíduos de uva e de jabuticaba (0,568 a 0,690) e de barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura (0,782). (BUENO *et al.*, 2020; CESAR *et al.*, 2019).

Tabela 3. Atividade de água de barra de cereal adicionada de feijão-caupi.

Variável	T0	T30
Atividade de Água	Média ± DP	Média ± DP
	0,51 ± 0,00 ^a	0,532 ± 0,00 ^b

Médias de três repetições. Letras diferentes subscritas há diferença estatística significativa ao nível de 5% $p > 0,05$, segundo o teste *t* de Student ao nível de 95% de confiança.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

O teste *t* de Student mostrou diferença significativa $p < 0,05$ entre as médias dos tempos T0 (zero) e T30 (trinta) respectivamente.

O teor de atividade de água da barra em estudo não sofreu grande variação, e estava dentro do esperado para essa categoria de alimento, confirmando que a mesma possui estabilidade microbiológica, pois produtos alimentícios com A_w menor que 0,6 são microbiologicamente estáveis, valor esse determinante para multiplicação de qualquer microrganismo (SCOTT, 2005).

Essa faixa de atividade de água não favoreceu o crescimento dos microrganismos analisados, uma vez que o valor mínimo de A_w requerido para o crescimento de qualquer tipo de bactéria é 0,75 (bactérias halófilas). Portanto, a determinação da A_w foi um parâmetro muito importante no monitoramento da qualidade e à segurança do produto, uma vez que todas as reações são dependentes de água (NETO; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2005).

Na Tabela 4 estão disponíveis os valores determinados para pH e Acidez. A barra apresentou no T0 média de pH (6,04), acidez (4,81), aos trinta dias de produzida a média de pH foi de 4,75 e acidez de 8,51. Esses resultados mostraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos tempos analisados. Podendo-se afirmar que houve redução do pH e aumento da acidez, o que pode ser explicado em razão das reações químicas e/ou enzimáticas ocorrida no produto, uma vez que a embalagem usada possibilitou interações entre componentes da sua própria composição e o contato com fatores externos, como umidade e oxigênio. No entanto, tais interações não foram significativas a ponto de promover alterações na qualidade sensorial do produto, e nem favoreceu o crescimento de microrganismo.

FERREIRA *et al.*, 2018 obtiveram em barras de Cereais com Colágeno Hidrolisado média de pH (6,08), semelhante ao determinado no T0 da presente barra e acidez de 3,62, menor que a acidez da barra do presente estudo.

ARÉVALO-PINEDO *et al.*, 2013 desenvolveram barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*) e obtiveram variações intermediárias de pH (5,38 a 5,39), e acidez mais elevada (8,48 a 8,75). CAPELEZZO *et al.*, 2020 elaboraram uma barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro e determinou pH de 5,87.

Tabela 4. pH e Acidez de barra de cereal adicionada de feijão-caupi.

	T0	T30
Variável	Média ± DP	Média ± DP
pH	6,04 ± 0,00 ^a	4,75 ± 0,01 ^b
Acidez	4,81 ± 0,27 ^a	8,51 ± 0,21 ^b

Média de duas repetições. Letras diferentes entre os lotes mostra diferença significativa $p < 0,05$ ao nível de 5% com IC 95%. Segundo o teste de Student.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Os teores de macronutrientes das matérias-primas, barra de feijão-caupi e barra comercial estão disponíveis na Tabela 5 e foram calculados para 100 gramas do produto. A determinação dos macronutrientes foi baseada na nova legislação IN 75/2020, anexo XXII em que apresenta uma tabela com fatores de conversão para determinação do valor energético total, no qual existe o item fibras alimentares solúveis exceto povidexose com fator de conversão de 2 kcal/g. Para composição da farinha de feijão-caupi utilizou dados do estudo de Leal *et al.* (2013), para as demais matérias-primas usou a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos e para composição da barra comercial empregou os dados obtidos no rótulo.

Em comparação a barra comercial, a barra de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) apresentou maior conteúdo de proteínas, lipídios, fibras alimentares, e menor teor de carboidratos e valor energético total. A barra de cereal apresentou média de umidade de 9,54 estando em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução Nº 711/2022 da ANVISA, em que produtos à base de cereais devem apresentar um limite máximo de umidade de 15%. Apresentou média de teor de cinzas (1,27%), teor de lipídios de 6,13%, enquanto o teor de proteínas determinado foi 5,54%, teor menor que o determinado por Moreira-Araújo *et al.*, 2021 (6,75%), o que pode ser justificado pelo uso de cultivares diferentes de feijão-caupi. A cultivar BRS-Tumucumaque possui 23,5% de proteínas, enquanto a cultivar BR17-Gurguéia possui um maior conteúdo protéico (31,62%) (GONÇALVES, 2017).

O Teor de carboidratos foi de 57,81%, e o conteúdo calórico total de 325,19 calorias, resultado dentro da faixa de variação relatada pela literatura. Logo, baseado em uma alimentação de 2000 calorias por dia, a barra de cereal contém em 100 g: 16,26% das quantidades calóricas diárias, 19,27% de carboidratos, 11,1% de proteínas, 9,4% de lipídios e 78,68% de fibras alimentares.

Tabela 5. Composição centesimal e Valor Energético Total (VET) matérias-primas e barras de cereais.

Macronutrientes/Kcal	FFC	M	AM	XG	FBM	A	FA	CC	BP	BP	BFC
Umidade	11,61	15,8	3,3	20,4	3,2	9,1	-	3,5	-	-	9,54
Cinzas	4,51	0,1	1,4	0,2	1,5	1,8	-	2,6	-	-	1,27
Proteínas	25,50	-	0,8	-	8,1	13,9	6,6	18,5	3,0	5,0	5,54
Lipídios	4,58	-	0,1	-	12	8,5	1,4	46,3	-	4,0	6,13
Carboidratos	50,52	84,0	94,5	79,4	75,2	66,6	4,7	29,1	40	70	57,81
Fibras alimentares	19,4	-	-	-	2,1	9,1	2,7	3,7	4,0	3,0	19,67
VET	345,3	309	369	292	443	394	389	570	178	335	325,19

Legenda: FFC- farinha de feijão-caupi; M – mel; AM – açúcar mascavo; XG- xarope de glicose; FBM- farinha de biscoito de maisena; A – aveia; FA- flocos de arroz; CC- castanha de caju; BP- banana passas; BP- Barra padrão comercial; BFC- Barra de feijão-caupi.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Portanto, pode-se afirmar que a barra desenvolvida apresentou umidade em conformidade com os padrões vigentes para o produto, fonte de fibras alimentares, bom conteúdo de proteínas e carboidratos menor que a barra comercial, estando de acordo com a faixa relatada na literatura para barra de cereais.

Entre os dias de armazenamento, a barra mostrou diferença significativa ($p \leq 0,05$) segundo o teste *t* de *Student*, entre todos os testes de compressão respectivamente (Tabela 5).

Com resultados obtidos no teste de compressão (Figura 2) observou aumento de dureza da barra analisada, que aumentou de 92g no T0 a 171,33g após trinta dias de produção. Os parâmetros texturais são medidos objetivamente em função da massa, tempo e distância (PAULA; CONTI SILVA, 2014; LORENZO *et al.* 2015).

Tabela 6. Teste de compressão de barra de cereal adicionada de feijão-caupi e a barra comercial

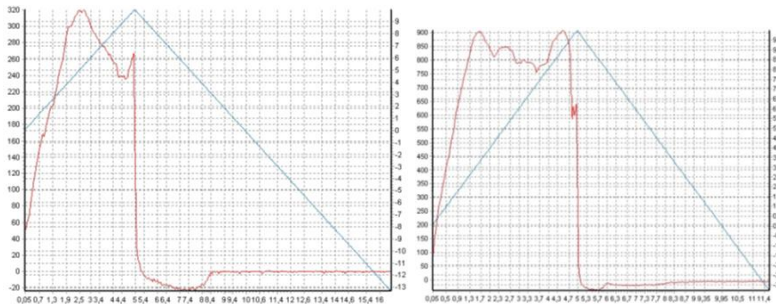
Teste Compressão	T0	T30	Comercial
Teste Compressão	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Dureza (g)	92,00 ± 27,0 ^a	171,33 ± 88,59 ^b	77,33 ± 2,23 ^c
Deformação (mm)	9,95 ± 0,01 ^b ^a	9,98 ± 0,00 ^b	9,96 ± 0,38 ^a
Trabalho de dureza (mj)	25,56 ± 1,80 ^a	54,50 ± 12,60 ^b	28,10 ± 4,76 ^c
Fraturabilidade (g)	278,00 ± 71,82 ^a	721,66 ± 13,08 ^b	245,00 ± 6,89 ^c
Pico de carga médio (g)	404,33 ± 74,78 ^a	722,67 ± 13,19 ^b	422,00 ± 5,12 ^c

Média de três repetições. Letras diferentes entre os tempos T0, T30 e a barra comercial mostra diferença significativa $p < 0,05$ ao nível de 5% com IC 95%, segundo o teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

A deformação da barra variou de 9,95 no tempo zero e 9,98 aos trinta dias após produção, enquanto na barra comercial foi de 9,96. Foram padronizadas as dimensões da barra e mantidas as condições do teste durante a realização de todas as repetições. De acordo com Rosenthal, 2010, a intensidade dos parâmetros avaliados é influenciada pela taxa de deformação, sendo fundamental estabelecer condições uniformes para obter informações precisas e confiáveis.

Figura 7: Análise Gráfica Força x Distância das barras de cereal (T0, T30)



Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Em relação aos testes de Perfil de textura observou que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os dias de armazenamento e também com relação a barra comercial (Tabela 6). A análise do perfil de textura é uma ótima ferramenta instrumental que visa submeter amostras de alimentos ou produtos a uma dupla compressão em relação à sua altura inicial, em que é simulada a força realizada na mordida, sem que haja quebra da sua matriz (KIM *et al.* 2012).

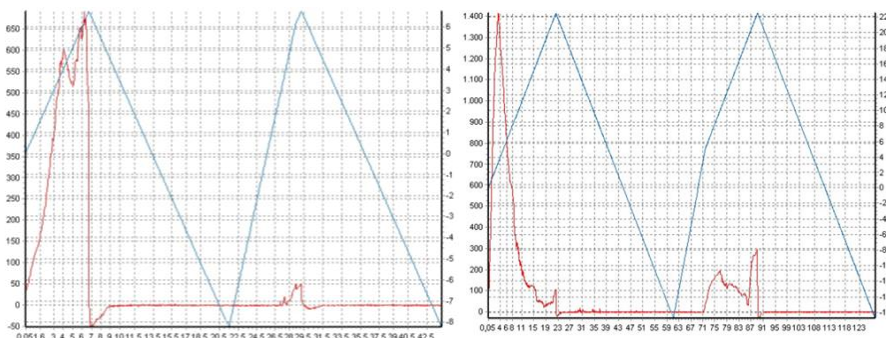
Tabela 7. Teste de compressão de barra de cereal adicionada de feijão-caupi e a barra comercial

	T0	T30	Comercial
TESTE TPA	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Dureza(g)	844,33 ± 26,48 ^a	2407,00 ± 4,34 ^b	1254,33 ± 10,82 ^c
Deformação(mm)	5,98 ± 0,62 ^a	7,10 ± 2,31 ^b	6,71 ± 0,87 ^c
Trabalho(mj)	38,33 ± 1,51 ^a	132,07 ± 6,62 ^b	76,07 ± 3,60 ^c
Força de adesão(g)	60,67 ± 1,30 ^a	3840,67 ± 4,68 ^b	11,33 ± 1,44 ^c
Adesividade(mj)	0,97 ± 0,06 ^a	0,12 ± 0,01 ^b	0,13 ± 0,01 ^b
Fraturabilidade(g)	814,33 ± 38,34 ^a	1688,33 ± 45,64 ^b	1254,33 ± 10,82 ^c
Pico de carga médio(g)	554,67 ± 26,26 ^a	2834,00 ± 25,38 ^b	1537,67 ± 8,55 ^c
Gomosidade(g)	62,50 ± 3,47 ^a	116,67 ± 10,40 ^b	335,68 ± 6,78 ^c
Mastigabilidade(mj)	0,90 ± 0,01 ^a	20,10 ± 1,71 ^b	10,43 ± 0,65 ^c
Índice de Mastigabilidade(g)	13,50 ± 0,01 ^a	91,33 ± 7,80 ^b	160,00 ± 7,43 ^c

Média de três repetições. Letras diferentes entre os tempos T0, T30 e a barra comercial mostra diferença significativa $p < 0,05$ ao nível de 5% com IC 95%, segundo o teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa,2023

O tempo de armazenamento influenciou no teste de perfil de textura, observou diferença significativa ($p \leq 0,05$) em todos os parâmetros analisados, houve aumento da dureza, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade aos trinta dias de produção da barra conforme observado na Figura 8. Havendo redução apenas no parâmetro adesividade que reduziu de 0,97 para 0,12. Os parâmetros de dureza, deformação, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade foram maiores, com diferença sigbificativa ($p \leq 0,05$), na barra comercial quando comparado a barra de feijão-caupi no tempo zero. Mesmo apresentando aumento de dureza aos trinta dias de produzida, a barra de feijão-caupi manteve-se em condições adequadas para consumo.

Figura 8: Análise Gráfica Teste TPA-Força x Distância das barras de cereal (T0, T30)

Fonte: Dados da pesquisa,2023

Os resultados obtidos no teste instrumental de Perfil de Textura na sua maioria foram expressos em grama, a fim de comparar com dados obtidos na literatura, realizou a conversão dos mesmos para Newton (Tabela 8).

Tabela 8. Perfil de textura de barra de cereal expressa em Newton.

TESTE TPA	T0	T30
	Média ± DP	Média ± DP
Dureza (N)	8,28 ± 26,48 ^a	43,22 ± 4,34 ^b
Adesividade (N)	0,00097 ± 0,06 ^a	0,00012 ± 0,01 ^b
Gomosidade (N)	0,6129 ± 3,47 ^a	1,144 ± 10,40 ^b
Mastigabilidade (N)	0,0009 ± 0,01 ^a	0,0201 ± 1,71 ^b

Média de três repetições. Letras diferentes entre os lotes mostra diferença significativa $p < 0,05$ ao nível de 5% com IC 95%. Segundo o teste de Student.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023

Bueno *et al.* (2020), analisaram barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jabuticaba e obtiveram variação de 0,39 a 0,15 para adesividade. A Dureza variou de 15,05 a 22,79 N, gomosidade de 1,10 a 4,87 N e mastigabilidade de 0,31 a 1,90 N. Os resultados da barra desenvolvida foram menores, variaram para adesividade (0,00097 a 0,00012), gomosidade (0,6129 a 1,144 N), mastigabilidade (0,0009 a 0,0201) e maior para dureza no T30 (43,22 N).

Rodrigues *et., al* (2018), elaboraram barras de cereais elaboradas com bagaço de caju avaliaram perfil de textura, e obtiveram valores bem mais elevados que a barra de feijão caupi. Os valores de dureza variaram de 12,736 a 194,763 N, adesividade (0,324 a 3,452), coesividade (0,097 a 0,254 N), elasticidade (0,999 a 1,000 N), gomosidade (1,212 a 54,644 N) e mastigabilidade (1,212 a 54,644 N).

CONCLUSÕES

A barra de cereais desenvolvida é uma nova opção de um produto saudável utilizando matérias-primas regionais.

A barra estudada apresentou-se apta ao consumo com base em padrões de qualidade sanitária.

O tempo de armazenamento influenciou as características físico-químicas como pH e acidez, mas não promoveu alterações significativas da atividade de água.

Os parâmetros texturais da barra de cereais aumentaram significativamente em relação ao tempo de armazenamento (dureza, mastigabilidade e gomosidade), mantendo-se em condições adequadas para consumo.

AGRADECIMENTOS

À EMBRAPA Meio Norte pelo fornecimento do feijão-caupi e a cooperativa de apicultores de Massapê do Piauí. Ao CNPq pelo financiamento via Edital Universal 2016, processo 431314 / 2016-0.

REFERÊNCIAS

ABADIO FINCO, F.D.B., MOURA, L.L., SILVA, I.G. (2010). Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência Tecnologia Alimentos.**, Campinas, n.30, v.3, p: 706-712.

AKWETEY, W.Y., KNIPE, C.L. 2012. Atributos sensoriais e perfil de textura de hambúrgueres bovinos com gari. **Meat Science**, n.92, v.4, p:745-748.

ARÉVALO-PINEDO, A.; ARÉVALO, Z. D. S.; BESERRA, N. S.; ZUNIGA, A. D. G.; COELHO, A. F. S.; PINEDO, R. A. Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.4, p.405-411, 2013.

BUENO, T. M.; SCHIASSI, MARIA, C. E. V.; SOUZA, R. H.; CARVALHO, G. R.; QUEIROZ, F. Efeito do forneamento e resfriamento em barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jabuticaba. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020.

BRASIL (2020). Instrução Normativa 75, de 8 de outubro de 2020. **Regulamento técnico que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados**. DOU nº 195, 9/10/2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2022). Resolução RDC Nº 711 de 01 de julho de 2022. **Regulamento Técnico sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, DF. [acesso 10 05 2022] Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2022). Resolução RDC Nº 161, DE 1º DE JULHO DE 2022. **Regulamento Técnico que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, DF. [acesso 10 06 2022] Disponível em: [http://](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b)

http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2.

CAPELEZZO, L.; AGNOL, J. D.; TOMBINI, C.; GODOY, J. S.; ONOFRE, S. B.; JUNIOR, FRANCISCO R. S. M. Elaboração e avaliação físico-química de uma barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro. **Brazilian Journal Health Revista**, v. 3, n. 3, p. 5107-5121, 2020.

CESAR, E. L.; FELIX, A. C. F.; BARRETO, H. C.; NETO, J. F.; GOMES, D. J., ANDRADE, M. W. Avaliação física, química e microbiológica de barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura. **Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)**, v. 3, n.2, p.20- 26, 2019.

COSTA, E.A.; VALENÇA, A.P.; GARRUTI, D.S.; FREITAS, M. M M. Aceitação sensorial da barra de cereais com fibra de acerola (*malpighia glabra* l) orgânica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.16, n.2, p.187-194, 2014.

FERREIRA, P. M.; ROBERTO, B. S.; CAMISA, J. Caracterização e Aceitabilidade de Barras de Cereais Enriquecidas com Colágeno Hidrolisado. **Revista Virtual Química**, v.10, n.1, p. 155-171, 2018.

GONÇALVES, F.V. (2017). **Caracterização nutricional de genótipos comerciais de feijão-caupi**.80 f. Tese (Programa De Pós-Graduação Em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural Do Rio de Janeiro.

GUTKOSKI, L.C.; BONAMIGO, J.M.A.; TEIXEIRA, D.M.F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (4th ed., Volume 1, p.1020). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KIM, E., CORRIGAN, V., WILSON, A., WATERS, I.R, HEDDERLEY, D., MORGENSTERN, M. 2012. Propriedades de fratura fundamentais associadas à dureza sensorial de alimentos sólidos frágeis. **Journal of Texture Studies**, n.43, v.1, p:49-62.

LORENZO, G., ZARITZKY, N., CALIFANO, A. 2015. Caracterização mecânica e óptica de matrizes gelificadas durante o armazenamento. **Polímero de Carboidratos**. n.117, p:825-835.

LEAL, M. J. B.; SIMPLÍCIO, A. P. M.; MORGANO, M. A.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SILVA, K. J. D., **Características físico-químicas de farinhas de duas cultivares de feijão-caupi (*vigna unguiculata* l. walp): brs tumucumaque e brs aracê**. 2013. Trabalho apresentado no III Congresso Nacional de Feijão-caupi (III Conac), 2013, [Recife, PE].

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SOUSA, I.G.M.; CAVALCANTE, R. B. M. C.; MORGANO, M. A.; ARAÚJO, M. A. M. Barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi, castanha de caju e banana passa. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 3, e20207188, 2021.

PAULA, A.M, CONTI-SILVA A.C. 2014. Perfil de textura e correlação entre análises sensoriais e instrumentais em snacks extrusados. **Journal of Food Engineerig**, v.121, p:9-14.

RODRIGUES, L. M. S.; ALVES, J. I. S.; ALMEIDA, R. D.; SOUSA, S.; MATA, M. E. R. M. C. 2018. Perfil de textura de barra de cereal mista com aproveitamento de subproduto de suco de frutas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v.8, n.3, p: 38-42.

ROSENTHAL, A. J. 2010. Análise do perfil de textura - Qual a importância dos parâmetros? **Journal of Texture Studies**, n.41, v.5, p:672-684.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A., SILVEIRA, N.F.A. (2007). **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo (Brasil): Varela. p. 31-58.

SILVA, E. C.; SOBRINHO, V. S. 2013. Estabilidade de barras alimentícias à base de farinha de mandioca. **Ciência Alimentar Technology**. n. 33, v. 1, p: 192-198.

SZCZESNIAK, A.S. 2002. A textura é uma propriedade sensorial. **Comida Qual Prefere**. n.13, v.4, p:215-225.

TORRES, J.D., GONZALEZ, K.J., ACEVEDO, D. 2015b. A análise do perfil de textura em frutas, produtos cárneos e queijos. **Revista Reciteia**. n.14, v.2, p:63-75.

ZHU, B., LI, B., GAO, Q., FAN, J., GAO, P., MA, M., FENG, X. 2013. Prevendo a textura do arroz misturado cozido com colagem. **International Journal of Food Properties**, n.16, v.3, p:485-499.

5. 3 ARTIGO CIENTÍFICO III

Submetido o manuscrito "**IDENTIFICAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM BARRA DE CEREAL**" à editora Revista Caatinga.

Autores: Maria Fabrícia Beserra Gonçalves; Marcos Antônio Mota Araújo; Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo;

35 **Keywords:** Cereal bar. Phenolics. *Vigna unguiculata* L. walp.

36

37

38 INTRODUÇÃO

39

40 As barras de cereais são uma ótima opção para aqueles que buscam um lanche rápido e
41 nutritivo, são ricos em carboidratos, baixo teor de gordura, boas fontes de nutrientes e possuem
42 elevada concentração de fibras alimentares. Além disso, as barras de cereais ajudam a saciar a
43 fome (GRDEN *et al.*, 2008; MARQUEZ-VILLACORTA; PRETELL-VASQUEZ, 2018).

44 De acordo com SOUSA (2018) uma barra de cereal deve conter em sua composição
45 ingredientes secos, aglutinantes e compostos de revestimento, baseado nisso, utilizou-se a
46 farinha de feijão-caupi como ingrediente seco e o mel de abelha como agente aglutinante no
47 xarope de aglutinação na produção da barra de cereal.

48 A composição química do feijão- caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), varia
49 consideravelmente de acordo com a cultivar, seus grãos possuem compostos bioativos, com
50 destaque para ácidos fenólicos e flavonoides, que apresentam elevada atividade antioxidante e
51 concentram-se especialmente no tegumento, conferindo a maior parte da coloração das sementes
52 (BARROS *et al.*, 2017; NDERITU *et al.*, 2013; SOMBIÉ *et al.*, 2018).

53 Já o mel *Apis mellífera* apresenta uma diversidade de compostos químicos e uma matriz
54 complexa, dentre os principais monossacarídeos encontrados são a frutose e glicose, e água
55 como segundo composto da sua composição, o que o torna um alimento de alto valor energético.
56 (KAROUI *et al.*, 2007; CAMPOS *et al.*, 2003; MARENDA *et al.*, 2011; ALVAREZ-SUAREZ
57 *et al.*, 2012).

58 Além disso, o mel apresenta também vários outros componentes como ácidos orgânicos,
59 minerais, vitaminas, enzimas, polifenóis, carotenoides, lipídios, componentes aromáticos,
60 aminoácidos, entre outros, formados ao longo da maturação do mel (KAROUI *et al.*, 2007;
61 MARENDA *et al.*, 2011).

62 Dos compostos fenólicos, o ácido gálico tem várias propriedades bioativas; atividades
63 bacteriostáticas e antioxidantes, propriedades anticancerígenas, especialmente em câncer de
64 próstata e câncer cervical (HELENO *et al.* 2015). Os ácidos fenólicos e flavonóides, como o
65 ácido p -cumárico, demonstraram efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, anticancerígenos,
66 antitumorais e antimicrobianos. A identificação de compostos antioxidantes é de suma
67 importância para o aumento de seu consumo e também para agregar valor à essa cultura, o que

68 evidencia suas características funcionais. (SHRIVASTAVA *et al.*, 2018; MOREIRA-ARAÚJO
69 *et al.*, 2018).

70 Neste contexto, a utilização da farinha de feijão-caupi e o mel de abelha foram utilizados
71 com a finalidade de incrementar compostos bioativos e melhorar a qualidade nutricional desse
72 alimento. Os dados sobre o perfil fenólico são valiosos para a caracterização tanto da sua
73 qualidade como de suas propriedades nutritivas e funcionais, visto que seu consumo pode trazer
74 benefícios à saúde por meio da prevenção de doenças.

75 Portanto, o objetivo desse estudo foi identificar e avaliar a atividade antioxidante dos
76 compostos fenólicos presentes na barra alimentícia produzida.

77

78

79 **MATERIAIS E MÉTODOS**

80

81 **Aquisição das Matérias-primas**

82

83 Os grãos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) da cultivar BRS Tumucumaque
84 foram provenientes do campo experimental da Embrapa Meio-Norte de Teresina-PI, localizada a
85 72 metros de altitude, 5° 5' de latitude sul e 42° 48' de longitude oeste. O mel de abelha *Apis*
86 *melífera* de origem botânica, *Sida galheirensis* 100%, foi adquirido das associações de
87 apicultores do município de Massapê do Piauí da região sul do estado do Piauí localizada a
88 latitude 07°27'46" sul e a uma longitude 41°07'32". As demais matérias-primas (aveia em flocos,
89 arroz em flocos, biscoito tipo de amido de milho, castanha de caju, banana passa, xarope de
90 glicose, açúcar mascavo), utilizadas na elaboração da barra, foram obtidas no comércio varejista
91 local de Teresina-PI.

92

93 **Processamento da farinha integral de feijão-caupi (FFC)**

94

95 Baseado em Moreira-Araújo *et al.* (2021) para obtenção da (FFC) inicialmente colocou-se
96 os grãos de molho em água destilada 1:2 (p/v) por 1 hora, seguida de secagem em estufa
97 ventilada a 70°C (modelo 314D242), por 6 horas, e moagem em moinho semi-industrial
98 (Fritsch).

99

100 **Obtenção da barra de cereal**

101

102 Para a produção da barra de cereal baseou-se na metodologia de Moreira-Araújo *et al.*
103 (2021), os ingredientes foram divididos em dois grupos: os ingredientes secos (FFC, farinha do
104 biscoito de amido de milho, aveia em flocos, arroz em flocos, castanha de caju e banana passa) e
105 os ingredientes úmidos (açúcar mascavo, mel de abelha e xarope de glicose).

106 Para a elaboração das barras, o biscoito de amido de milho foi processado em
107 liquidificador e peneirado para a obtenção da farinha. As castanhas de caju foram trituradas em
108 pilão de ferro e a banana passa foi cortada em cubos pequenos com o auxílio de uma faca de
109 inox.

110 Os ingredientes secos foram misturados em forma de inox e levados à estufa ventilada (100
111 °C/15min.). Os ingredientes do xarope de aglutinação foram misturados e levados para o banho-
112 maria (100 °C/2min). Decorrido esse tempo, os ingredientes secos foram adicionados ao xarope
113 de aglutinação, formando uma massa, que foi prensada com um rolo e moldada com espátula em
114 forma de inox coberta com papel manteiga, onde permaneceu até atingir temperatura ambiente.

115 Após o corte em formato retangular com dimensões de 4,5 cm de comprimento e 2,5 cm de
116 largura, as barras foram embaladas em papel filme e armazenadas em temperatura ambiente para
117 análises posteriores.

118

119 **Preparação de extrato**

120

121 O extrato da barra foi preparado para analisar os níveis de fenólicos totais, flavonóides
122 totais e taninos condensados de acordo com a metodologia adaptada por Rufino *et al.*, (2010). Os
123 compostos antioxidantes foram extraídos com uma mistura de solventes contendo metanol
124 (50%), acetona (70%) e água destilada na proporção de 2: 2: 1. Três gramas da barra foram
125 misturados com 4 mL de metanol (50%) em um tubo de centrífuga *Falcon* e colocado em
126 ultrassom (Ultra Cleaner 1600A) por 30 min a 24°C. Em seguida, foi centrifugado (Centrífuga
127 5702) a 1.207 xg por 15 min. Em seguida, o sobrenadante foi coletado, acetona (70%) foi
128 adicionada 4 mL e os processos de ultrassom e centrifugação foram repetidos. O sobrenadante
129 foi novamente coletado, e adicionado água destilada até completar o volume do balão de 10 ml,
130 filtrado e armazenado a -6 ° C na ausência de luz.

131

132 **Determinação de compostos fenólicos**

133

134 O teor de compostos fenólicos foi determinado pelo método espectrofotométrico com o
135 reagente *Folin-Ciocalteu* (SINGLETON; ROSSI, 1965). A curva padrão foi obtida com ácido

136 gálico, e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico por 100 g de amostra. Os
137 flavonóides foram determinados por espectrofotometria de acordo com o procedimento de Kim,
138 Jong e Lee (2003) e modificado por Blasa *et al.*, (2006). O conteúdo total de taninos
139 condensados foi obtido pelo método espectrofotométrico (PRICE, SCOYOC; BUTLER, 1978)
140 com o reagente de vanilina.

141 A atividade antioxidante foi realizada por espectrofotometria utilizando espectrofotômetro
142 UV-VIS (BEL 1102) com três radicais diferentes. O primeiro deles foi captura do radical livre
143 DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) na absorvância de 515 nm, e os resultados foram expressos
144 em Trolox $\mu\text{mol. g}^{-1}$. O segundo utilizando o radical FRAP (ferric reducing antioxidant
145 potential) foi de acordo com o descrito por Benzie e Strain (1996), modificações de Arnous et
146 al., (2002). Utilizando absorvância no comprimento de onda de 620 nm. Os valores de PR
147 (potencial de redução) foram calculados de acordo com a curva de ácido ascórbico (mg/L) ou
148 com a curva de Trolox (μMol). O terceiro ensaio utilizou o radical estável ABTS $\bullet+$ descrito por
149 Re *et al.*, (1999), realizou-se a leitura a 734 nm. Distintas concentrações de Trolox foram
150 utilizadas para a construção de uma curva padrão e os resultados expressos em micromol da
151 capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ($\mu\text{mol TEAC.100 mL}^{-1}$).

152

153 **Identificação e quantificação dos compostos fenólicos**

154

155 A identificação e quantificação dos compostos fenólicos dos extratos foram realizados por
156 cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE).

157

158 **Reagentes**

159

160 Utilizaram-se reagentes químicos com grau analítico. Os solventes metanol e ácido acético
161 grau HPLC foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Os padrões fenólicos ultra-puros
162 (ácidos ferúlico, gálico, cafeico, clorogênico, elágico e p-cumárico; quercetina e epicatequina)
163 foram adquiridos da Sigma Aldrich (Saint Louis, Estados Unidos). A água deionizada utilizada
164 foi obtida a partir de um sistema Mille-Q Plus (*Millipore UltraCleaner* 1600A, Indaiatuba, São
165 Paulo).

166

167 **Preparo dos solventes e soluções dos padrões**

168

169 Prepararam-se os solventes A: Metanol modificado com ácido acético 1%: colocou-se 990
170 mL de metanol puro acrescido de 10 mL de ácido acético puro; e solvente B: ácido acético a 1%:
171 colocou-se 990 mL de água miliQ e acrescentou-se 10 mL de ácido acético puro. Filtraram-se os
172 solventes com papel na bomba a vácuo, e desgaseificado em *ultrasonic cleaner* (UltraCleaner
173 1600) durante 30 minutos à temperatura ambiente. No preparo dos padrões, utilizou-se o peso de
174 0,01 g de cada padrão fenólico e diluiu-se em 10 mL de metanol puro, exceto o ácido elágico que
175 foi diluído em solução metanol/NaOH 0,05 M, resultando em 8 soluções de 1000 ppm cada. A
176 partir dessas soluções, preparou-se uma mistura contendo os 8 padrões numa concentração
177 inicial de 125 ppm.

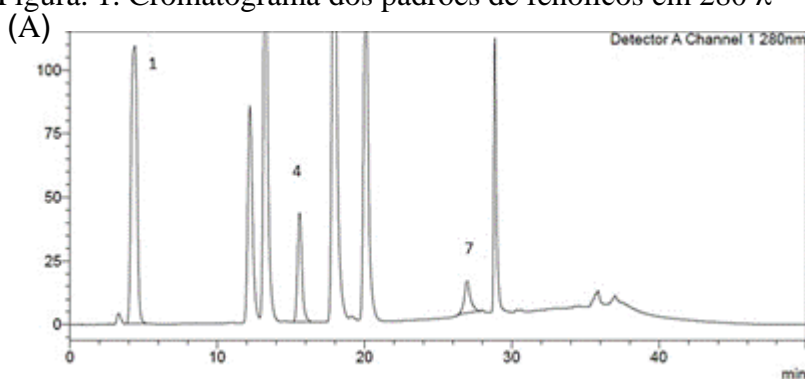
178

179 **Condições cromatográficas**

180

181 Os compostos fenólicos foram analisados no cromatógrafo líquido de alta eficiência HP
182 LC-20 AT. A separação foi realizada em coluna Shim-pack VP-ODS (150 × 4,6 mm d.i.,
183 tamanho de partícula de 5 µm) (Sigma-Aldrich) e pré-coluna Shimadzu GVP-ODS (10 mm × 4,6
184 mm) equipado com detector de UV-Vis SPD-20A. Manteve-se a taxa de fluxo em 0,7 mL
185 min⁻¹, temperatura da coluna foi mantida à 40 °C, com volume de injeção de 10 µL. O gradiente
186 de fase móvel foi composto por solvente A, metanol com ácido acético 1%, e solvente B, ácido
187 acético 1%. O tempo total de execução foi de 50 min. Os compostos detectados a 280 λ no canal
188 1 foram, ácido gálico, epicatequina e ácido elágico, e em 320 λ no canal 2, os ácidos cafeico, p-
189 cumárico, clorogênico, ferúlico e quercetina. (Figura 1 e 2).

190 Figura. 1. Cromatograma dos padrões de fenólicos em 280 λ



191

192 A) 280 λ (1- ácido gálico, 4 – epicatequina, 7- ácido elágico);

193 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

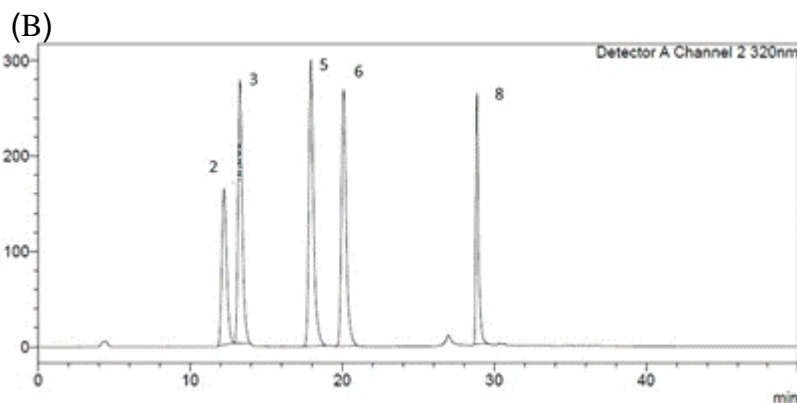
194

195

196

197

198 Figura. 2. Cromatograma dos padrões de fenólicos em 320 λ



199

200 B) (2- ácido clorogênico, 3 – ácido cafeico, 5 – p-cumárico, 6 - ferúlico).

201 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

202

203 Amostras

204

205 As amostras dos extratos passaram por desgaseificação em ultrassom (Ultra Cleaner 1600)
 206 durante 5 min, em temperatura ambiente e filtradas em milipore. Identificaram-se os picos
 207 comparando o tempo de retenção dos padrões, e a quantificação dos compostos foi baseada nas
 208 áreas dos respectivos picos detectados por meio do software de aquisição LabSolutions versão
 209 5.57 SP1 Copyright (Shimadzu Corporation). Os teores de compostos fenólicos foram expressos
 210 em mg/100 g de amostra.

211

212 Análise estatística

213

214 Foi criado um banco de dados no *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21.0
 215 (2016). O teste de *t* de *Student* foi usado para verificar diferenças entre as médias, com nível de
 216 significância de 5% ($p \leq 0,05$) e intervalo de confiança de 95%, respectivamente.

217

218

219 RESULTADOS E DISCUSSÃO

220

221 Na Tabela 1 estão expostos os teores de fenólicos totais e flavonóides analisados na barra
 222 de cereal, e em farinha de feijão-caupi e mel de abelha. Foram utilizados dados de estudos de
 223 MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2017, BARROS *et. al.* 2017, BARROS *et al.* 2021 na farinha de
 224 feijão-caupi e no mel foram dados obtidos que fazem parte do Projeto intitulado Características
 225 nutritivas e funcionais de méis de abelha (*Apis mellífera*) produzidos na região sul do estado do

226 Piauí e adição em novos produtos alimentícios, financiado pelo CNPq n° 08/2022. Pode-se
 227 constatar que esses compostos continuam apresentando atividade na barra de cereal, uma vez que
 228 existem quantidades expressivas nas farinhas de feijão-caupi analisadas.

229

230 **Tabela 1.** Teor de fenólicos totais, flavonoides da farinha de feijão-caupi, mel e barra de cereal.

Compostos Bioativos	FFC		Mel	Barra	
	Barros <i>et al</i> 2017	Moreira- Araújo <i>et al</i> 2017	Barros <i>et al</i> 2021	Projeto CNPq n° 08/2022	BFC
Fenólicos totais mg/ 100g de ácido gálico	177,07 ± 0,78	177 ± 0,78	297,23 ± 4,24	53,5±4,95	51,04 ± 5,96
Flavonoides totais mg/ 100g de quercetina	45.80 ± 0.31	45.8 ± 0.31	59,36 ± 2,03	24,75±1,26	38,99 ± 0,63

231 Médias de três repetições. Legenda: FFC: farinha de feijão-caupi BRS Tumucumaque. BFC: barra de cereal de
 232 feijão-caupi.

233 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

234

235 A determinação da atividade antioxidante foi realizada por três radicais diferentes. Na
 236 Tabela 2 estão dispostos os teores obtidos em cada análise, DPPH (120,40 µmol/100g de ácido
 237 ascórbico /124, µmol Trolox. g-1) ABTS (103,18µmol/100g de ácido ascórbico /101,16 µmol
 238 Trolox. g-1/60,07µmol/100g de ácido ascórbico) e FRAP (14,37 µmol Trolox. g-
 239 1/97,57µmol/100g de Fe II). Pode-se afirmar que pelo método de captura do radical livre DPPH
 240 obteve melhor resposta em relação a capacidade antioxidante na barra de cereal.

241 Os dados da atividade antioxidante na farinha de feijão-caupi foram bastante expressivos,
 242 permitiram constatar que com a utilização da farinha de feijão-caupi levou ao aumento na
 243 concentração dos compostos fenólicos, já que foi possível verificar a atividade antioxidante da
 244 barra de cereal com feijão-caupi pelos três métodos determinados *in vitro*.

245

246

247

248

249

250

251

252

253 **Tabela 2.** Atividade antioxidante total da farinha de feijão-caupi, mel e barra de cereal.

		FFC		Mel	Barra	
	Antioxidantes	Barros <i>et al</i> 2017	Moreira-Araújo <i>et al</i> 2017	Barros <i>et al</i> 2021	Projeto CNPq nº 08/2022	Média ± DP
DPPH	µmol/100g de Trolox	551,5 ± 4,89	552 ± 2,89	-	58±1,41	124,29 ± 3,40
ABTS	µmol/100g de Trolox	556.7 ± 8.65	557 ± 2.65	837,73 ± 15,4	40,5±0,71	101,16 ± 2,29
FRAP	µmol/100g de Trolox	-	-	453,11 ± 6,79	-	14,37 ± 1,34

254 Médias de três repetições. Legenda: FFC: farinha de feijão-caupi BRS Tumucumaque. BFC: barra de cereal de
255 feijão-caupi.

256 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

257
258 Em estudo que avaliou a atividade antioxidante no grão da cultivar BRS Tumucumaque foi
259 verificado um teor de 552 µmol Trolox. g-1 (MOREIRA-ARAÚJO *et al.* 2017). Os teores
260 determinados para atividade antioxidante na barra foi de 124,29 µmol Trolox. g-1, comprovando
261 assim ação antioxidante do produto analisado, caracterizando-a como um produto com
262 característica funcional. Em pão de queijo adicionado de farinha de feijão-caupi verificaram
263 uma atividade antioxidante de 497.5 µmol Trolox. g-1, resultado bem mais elevado que o da
264 barra (124,29 µmol Trolox. g-1), que pode ser justificado pelo uso de outra cultivar
265 biofortificada. (CAVALCANTE *et al*, 2019)

266 As Figuras 1 e 2 apresentam os cromatogramas dos compostos fenólicos identificados na
267 barra alimentícia, no canal 1-280 λ (Figura A) e canal 2- 320 λ (Figura B). Diante dos
268 cromatogramas apresentados pode-se afirmar a presença do ácido gálico no canal 1 e dos ácidos
269 p-cumárico, 3- ferúlico no canal 2.

270

271

272

273

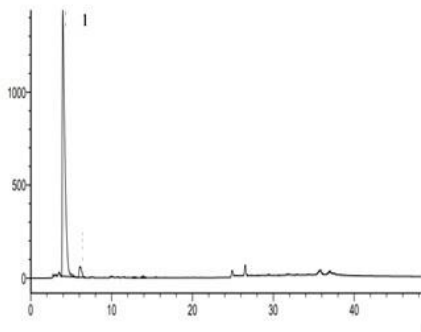
274

275

276

277

278 Figura 1 - Cromatogramas da barra em 280 λ .



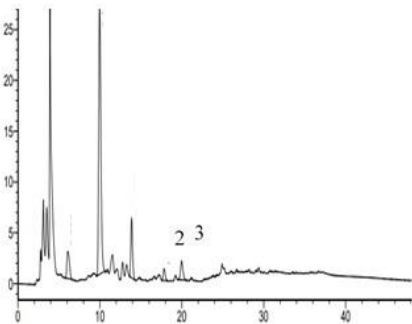
279

280 (A) Canal 1 - 280 λ (1- ácido gálico);

281 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

282

283 Figura 2 - Cromatograma da barra em 320 λ



284

285 (B) Canal 2 - 320 λ (2 – p-cumárico, 3- ferúlico).

286 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

287 Os resultados da quantificação estão exibidos na Tabela 3. Ácido gálico, ácido ferúlico e p-
288 cumárico estavam presentes tanto na farinha de feijão-caupi como na barra de cereal. O ácido
289 gálico foi o composto fenólico mais abundante e o p-cumárico o menos abundante em ambos
290 estudos.

291

292

293

294

295

296

297

298

299 **Tabela 3.** Identificação e quantificação de compostos fenólicos na farinha de feijão-caupi e
 300 barra de cereal de feijão-caupi.

Composto fenólico	Moreira-Araújo <i>et al</i> 2017 (mg/100 g)	Barros <i>et al</i> 2021 (mg/100 g)	BFC (µg/g)
Ácido gálico	45.4 ± 2.667	55,02 ± 0,17	1991.96 ±4.59
Ácido P-Cumárico	-	1,86 ± 0,04	0.85 ±0.073
Ácido Ferúlico	11.1 ± 1.429	18,70 ± 0,71	1.86 ±0.23

301 Fonte: Dados da pesquisa, 2023

302
 303 Em pesquisa realizada na cultivar BRS Tumucumaque foram identificados entre os
 304 compostos fenólicos, o ácido gálico (45,4 mg / 100 g), catequina (5,57 mg / 100 g), epicatequina
 305 (8,67 mg / 100 g), ácido ferúlico (11,1 mg / 100 g) e ácido clorogênico (2,39 mg / 100 g).
 306 (MOREIRA-ARAÚJO *et al.*, 2017)

307 BARROS *et al.*, 2021 também identificaram na farinha dessa mesma cultivar, ácido gálico
 308 (55,02 mg / 100 g) em maior concentração, seguido de ácido ferúlico (18,70 mg / 100 g) e p-
 309 cumárico (1,86 mg / 100 g). Diante disso, pode-se afirmar que os compostos presentes nos grãos
 310 de feijão-caupi, continuam expressando atividade na barra desenvolvida.

311 Vários estudos (CREVAR-SAKAC *et al.*, 2016; LIAO *et al.*, 2013, OLIVEIRA e
 312 BASTOS, 2011) tem exposto atividades farmacológicas dos ácidos hidroxicinâmicos (cafeico, p-
 313 cumárico, ferúlico) como efeito antiaterosclerótico, atuando na redução da oxidação da
 314 lipoproteína de baixa densidade (LDL) e da diminuição da atividade do fator nuclear kB (NF-
 315 kB), agindo também como anti-inflamatório, anticâncer, antiobesidade e antiviral. O que leva a
 316 associação à redução do risco de problemas cardiovasculares e outras enfermidades crônicas.

317 Pesquisas também apontam que os compostos fenólicos, também agem modificando a
 318 expressão gênica que codificam proteínas envolvidas em vias de sinalização celular ativadas em
 319 DCNTs, indicando que estes possam ser essenciais à manutenção da saúde (DIAS *et al.*, 2020).
 320 Diante disso, e dos resultados obtidos pode-se afirmar que a presente barra se diferencia das
 321 barras convencionais, pois o consumo a longo prazo pode ajudar a diminuir efeitos decorrentes
 322 da inflamação em virtude da presença de compostos fenólicos.

323

324

325

326

327 **AGRADECIMENTOS**

328
329 Á EMBRAPA Meio Norte pelo fornecimento do feijão-caupi e a cooperativa de
330 apicultores de Massapê do Piauí. Ao CNPq pelo financiamento via Edital Universal processo
331 431314 / 2016-0.

332

333

334 **CONCLUSÃO**

335

336 A barra de cereal adicionada de feijão-caupi é um alimento funcional, pois manteve um
337 teor expressivo de fenólicos totais, apresentou atividade antioxidante e perfil de ácidos fenólicos
338 em quantidades que podem auxiliar na prevenção de doenças e manutenção da saúde.

339

340

341 **REFERÊNCIAS**

342

343 ALVAREZ-SUAREZ, J. M. *et al.* Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte
344 membranes against oxidative damage. **Food and Chemical Toxicology**, 50: 1508-1516, 2012.

345

346 ARNOUS A, MAKRIS D, KEFALAS P. Correlation of Pigment and Flavanol Content with
347 Antioxidant Properties in Selected Aged Regional Wines from Greece. **Journal of Food**
348 **Composition and Analysis**,15: 655-665,2002.

349

350 BARROS, N. V. A., ROCHA, M. M., GLÓRIA, M. B. A., ARAÚJO, M. A. M., & MOREIRA-
351 ARAÚJO, R. S. R. Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in
352 grains cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, 28:824-831, 2017.

353

354 BENZIE IFF, STRAIN JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of
355 "antioxidant power": the FRAP assay. **Analls of clinical Biochemistry**, 239: 70-76, 1996.

356 CAMPOS, G. *et al.* Classification of honey as floral or honeydew honey. **Food Science and**
357 **Technology**, 23:1-5, 2003.

358

359 DUTCOSKY, S.D. **Análise Sensorial de Alimentos**. (3 ed.). Curitiba: Champagnat, 2013.

360

- 361 BLASA, M. *et al.* Raw *Millefiori* honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**,
362 Amsterdã, 97:217-222, 2006.
363
- 364 CAVALCANTE, R. B. M., MORGANO, M. A., GLÓRIA, M. B. A., ROCHA, M. M.,
365 ARAÚJO, M. A. M., & MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Mineral content, phenolic compounds
366 and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. **Food Science and Technology**,
367 4:843-849, 2019.
368
- 369 CREVAR-SAKAC, M. *et al.* Effects of atorvastatin and artichoke leaf tincture on oxidative
370 stress in hypercholesterolemic rats. **Vojnosanitetski preglod**, 73:178-187, 2016.
371
- 372 GRDEN, L.; OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais
373 como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. **Revista Brasileira de**
374 **Tecnologia Agroindustrial**, 2:87-94, 2008.
375
- 376 HELENO, S. A. *et al.* Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A
377 review. **Food Chemistry**, 173:501–513, 2015.
378
- 379 KAROUI, R. *et al.* The use of front face fluorescence spectroscopy to classify the botanical
380 origin of honey samples produced in Switzerland. **Food Chemistry**, 101:314–323, 2007.
381
- 382 KIM, D., JEONG, S.W., & LEE, C.Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from
383 various cultivars of plums. **Food Chemistry**. 81:321-326, 2003.
384
- 385 LIAO, C. C. *et al.* Prevention of diet-induced hyperlipidemia and obesity by caffeic acid in
386 C57BL/6 mice through regulation of hepatic lipogenesis gene expression. **Journal of**
387 **Agricultural and Food Chemistry**, 61: 11082- 11088, 2013.
388
- 389 MARENDA, T. A. *et al.* Desenvolvimento de um sistema para classificação do mel em floral e
390 melato por parâmetros físico químicos combinados com redes neurais artificiais. **Evidência**,
391 11:61–74, 2011.
392

- 393 MARQUEZ-VILLACORTA, L. F.; PRETELL-VASQUEZ, C. C. Evaluación de características
394 de calidad em barras de cereales com alto contenido de fibra y poteína. **Revista Bioagro,**
395 **Popayán**, 16: 67-78, 2018.
- 396
- 397 MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; SILVA, C. P.; &
398 ARÊAS, J. A. G. Identification and qualification of antioxidant compounds in cowpea. **Revista**
399 **Ciência Agronômica**. 48:799-805, 2017.
- 400
- 401 MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R., SAMPAIO, G. R., SOARES, R. A. M., SILVA, C. P., ARAÚJO,
402 M. A. M. & ARÊAS, J. A. G. Identification and quantification of phenolic compounds and
403 antioxidant activity in cowpeas of BRS Xiquexique cultivar. **Revista Caatinga**, 31: 209-216,
404 2018.
- 405
- 406 MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SOUSA, I.G.M.; CAVALCANTE, R. B. M. C.; MORGANO,
407 M. A.; & ARAÚJO, M. A. M. Barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi,
408 castanha de caju e banana passa. **Revista Ciência Agronômica**, 52:1-8, 2021.
- 409
- 410 NDERITU, A. M., DYKES, L., AWIKA, J. M., MINNAAR, A., DUODU, K. G. Phenolic
411 composition and inhibitory effect against oxidative DNA damage of cooked cowpeas as affected
412 by simulated in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry, Barking**, 141:1763–1771,
413 2013.
- 414
- 415 OLIVEIRA D. M.; BASTOS D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**,
416 34:1051-1056, 2011.
- 417
- 418 PRICE, M.L., SCOYOC, S.V., & BUTLER, L.G. A critical evaluation of the vanillin reaction as
419 an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 26:1214-
420 1218, 1978.
- 421
- 422 RE R, *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization
423 assay. **Free Radic Biol Med**; 26: 1231–1237, 1999.
- 424 RUFINO, M.S.M., ALVES, R.E., PÉREX-JIMÉNEZ, J., SAURA, CALIXTO, F., BRITO, E.S,
425 & MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional
426 tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 121: 996–1002, 2010.

- 427
428 SHRIVASTAVA, S. *et al.* Protective effect of hesperetin against acrylamide induced acute
429 toxicity in rats. **Indian Journal of Experimental Biology**, 56:164-170, 2018.
430
- 431 SINGLETON, V.I., & ROSS, I J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-
432 phosphotungstic acid agents. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16:144- 158,
433 1965.
434
- 435 SOMBIÉ, P. A. E. D., COMPAORÉ, M., COULIBALY, A. Y., OUÉDRAOGO, J. T.,
436 TIGNÉGRÉ, J. B. S. & KIENDRÉBÉOGO, M. Antioxidant and Phytochemical Studies of 31
437 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. **Foods**, 7: 1-9, 2018.
438
- 439 SOUZA, E. J. D. (2018). Propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais de biscoito tipo
440 cookie sem glúten, desenvolvido com arroz de diferentes teores de amilose e feijão-caupi.
441 (2018). 92f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
442 Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
443

6 DISCUSSÃO GERAL

Nesta pesquisa algumas análises foram realizadas em dois momentos, quando a barra foi produzida e após trinta dias, a fim de verificar a estabilidade físico-química e microbiológica da mesma.

Os resultados mostraram que a barra foi produzida de forma adequada, conforme os requisitos da legislação vigente. A barra alimentícia demonstrou ausência de *Salmonella sp* em 25g (limite ausência); contagem de *Escherichia coli* menor que 10 UFC/g (tolerância de 10² UFC/g); e para Bolores e Leveduras encontrou-se valores de 1,2 x 10² UFC/mL (limite tolerado de 5 x 10² UFC/mL).

Acerca das análises microbiológicas, estas devem ser realizadas a fim de assegurar a segurança dos alimentos. Este resultado é de suma importância porque mostra a inocuidade da barra produzida garantindo o consumo sem causar riscos à saúde do consumidor. Vale ressaltar que a umidade e atividade de água são fatores determinantes para a estabilidade microbiológica do alimento.

O teor de atividade de água da barra em estudo encontrava-se dentro do esperado para essa categoria de alimento, variou de 0,51 a 0,532. Essa variação assegura ao produto estabilidade microbiológica, pois produtos alimentícios com *A_w* menor que 0,6 são microbiologicamente estáveis (SCOTT, 2005).

Portanto, a faixa de atividade de água determinada não favoreceu o crescimento dos microrganismos analisados, uma vez que o valor mínimo de *A_w* requerido para o crescimento de qualquer tipo de bactéria é 0,75 (bactérias halófilas). Já as leveduras osmófilas e fungos xerófilos, de acordo com Evangelista (2005); Gava; Silva; Frias (2008), são capazes de se desenvolver em atividade de água de 0,61 e 0,65, respectivamente. Assim, a determinação da *A_w* foi um dos parâmetros mais importantes no monitoramento da qualidade da barra, devido à sua influência no que diz respeito à inocuidade e estabilidade do produto (NETO; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2005).

Os resultados obtidos para pH e acidez mostraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tempos analisados. Podendo-se afirmar que houve redução do pH e aumento da acidez. Apresentou no T0 média de pH de 6,04, acidez 4,81, aos trinta dias de produzida a média de pH foi de 4,75 e acidez de 8,51. Isso pode ser justificado em razão da própria composição química que envolve o alimento, de fatores externos como umidade, temperatura, presença de oxigênio, uma vez que a embalagem usada é permeável, permitindo a interação desses componentes, podendo ocasionar reações químicas e/ou enzimáticas. Ressaltando, que mesmo

ocorrendo essa variação no pH e acidez, não foram fatores significativos a ponto de alterar as características de inocuidade e qualidade do produto.

Os parâmetros texturais foram medidos objetivamente em função da massa, tempo e distância. Os dados obtidos no teste de compressão mostraram aumento de dureza da barra analisada, que aumentou significativamente após trinta dias de produção. Desta forma, pode-se afirmar que esse resultado foi positivo, mostrou que a barra não ganhou umidade ao ponto de ficar amolecida e ocasionar alterações indesejáveis nos parâmetros texturais, o que poderia comprometer sua aceitação.

Em relação aos testes de perfil de textura observou que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os dias de armazenamento, pois o tempo de armazenamento influenciou significativamente no teste de perfil de textura, houve aumento da dureza, fraturabilidade, gomosidade e mastigabilidade aos trinta dias de produção da barra. Havendo redução apenas no parâmetro adesividade.

De acordo com Guimarães; Silva (2009), alguns fatores podem causar alterações sensoriais consideráveis em relação à textura, como a elevada umidade, pois a mesma torna-se macia com aspecto amolecido, além disso pode favorecer o desenvolvimento de microrganismos e reações indesejáveis. Diante dos resultados obtidos na análise de textura, pode-se afirmar que a barra não sofreu esse tipo de alteração.

A barra de cereais apresentou média de umidade (9,54 %) em conformidade com o padrão estabelecido pela Resolução nº711/2022 da ANVISA, em que produtos à base de cereais devem apresentar um limite máximo de umidade de 15%. O teor obtido de umidade é importante, pois favorece a conservação e é um fator determinante para estabilidade microbiológica do alimento, indicando que a vida útil da barra será maior, pois esta constitui condição para evitar a sua deterioração.

Além disso, apresentou teor de cinzas, que representa o resíduo mineral no produto, média de 1,27%, baixo conteúdo de lipídios (6,13%), bom conteúdo de proteínas (5,54%) e teor de carboidratos (57,81%) de acordo com a faixa esperada para barra de cereais. Quanto às calorias totais, a barra fornece 325,19 calorias.

Baseado em uma alimentação de 2000 calorias por dia, a barra de cereal contém em 100 g: 16,2% das quantidades calóricas diárias, 19,3% de carboidratos, 11,1% de proteínas, 9,4% de lipídios.

De acordo com a Instrução Normativa nº 75 de 2000, a porção para barra de cereais é de 30 g. Baseado nisso, os valores das calorias, macronutrientes em gramas e a porcentagem de

valores diários fornecidos pela porção de acordo com uma dieta de 2000 calorias estão dispostos na Figura 8.

Figura 8 - Informação nutricional da barra de cereal adicionada de feijão-caupi e mel de abelha.

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 3 porções			
Porção: 30 g (unidade)			
	100 g	30 g	%VD*
Valor energético (kcal)	325,19	97,55	4,9
Carboidratos totais (g)	57,81	17,34	5,8
Açúcares totais (g)	57,81	17,34	5,8
Açúcares adicionados (g)	50	15	30
Proteínas (g)	5,5	1,7	3,3
Gorduras totais (g)	6,1	1,8	2,8
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	19,7	5,9	23,6
Sódio (mg)	93	27,9	1,4

*Percentual de valores diários fornecidos pela porção, com base em uma dieta de 2000 Kcal.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Apresentou alto teor de fibras alimentares (19,67%), com fração maior de fibra insolúvel (11,25%), podendo ser categorizado como um alimento fonte com alto conteúdo de fibras, pois segundo a Instrução Normativa nº 75/2020 o aumento mínimo de 20% do VDR, o alimento de referência atende aos critérios para o atributo nutricional fonte de fibras alimentares.

A recomendação diária do consumo de fibras alimentares é de 25 g/dia. Portanto, o consumo de 100 g dessa barra supre 78,68% da recomendação diária para adultos (BRASIL, 2020). Segundo a Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018 foi constatada redução no consumo de fibras alimentares nos dois sexos e grupos de idade, porém a maior redução ocorreu nas mulheres idosas, passando de 20,5g em 2008-2009 para 15,6g em 2017-2018, representando redução em torno de 24% (IBGE,2020).

Diante dos resultados obtidos na análise de fibras alimentares pode-se afirmar que o consumo da barra em estudo poderá ajudar no aumento do consumo de fibras alimentares e para diabéticos no controle dos níveis de glicose no sangue e na redução de risco de doenças

cardiovasculares; além de auxiliar na redução do risco de câncer de cólon e de problemas intestinais (FERREIRA *et al.*, 2012; GONZALEZ-ANTON *et al.*, 2015).

Os compostos bioativos, substâncias químicas existentes nos alimentos são importantes para a saúde humana, pois fornecem proteção ao organismo contra alguns tipos de doenças, com destaque para as doenças crônicas não transmissíveis. A legislação brasileira não estabelece teor mínimo de antioxidantes em barra de cereais, e conforme BRASIL (2003), a presença desses compostos em qualquer quantidade, torna-a um alimento com aspecto diferencial sob o ponto de vista funcional, pois fornece compostos antioxidantes importantes para a saúde, podem auxiliar no combate do efeito oxidativo dos radicais livres.

Tem-se observado frequentemente na literatura a contribuição do feijão-caupi no fornecimento de compostos fenólicos. A cultivar BRS Tumucumaque, utilizada na produção da farinha para produção da barra foi analisada no estudo de Moreira-Araújo *et al.* (2017), em que se verificaram nos grãos dessa cultivar a presença de grande quantidade de fenólicos totais e flavonoides totais. Os autores identificaram dentre os compostos fenólicos, ácido gálico (45,4 mg / 100 g), catequina (5,57 mg / 100 g), epicatequina (8,67 mg / 100 g), ácido ferúlico (11,1 mg / 100 g) e ácido clorogênico (2,39 mg / 100 g).

Diante dos resultados obtidos na barra, pode-se afirmar que os compostos fenólicos e flavonóides totais ainda se apresentam em quantidades adequadas para um alimento funcional. A barra apresentou teores de fenólicos totais ($51,04 \pm 5,96$), flavonoides ($38,99 \pm 0,63$), e maior conteúdo de taninos condensados ($131,86 \pm 2,37$), além de atividades antioxidantes ($124,29 \pm 3,40$). Identificaram-se também alguns tipos de compostos fenólicos, como o ácido gálico, ferúlico e p-cumárico. O ácido gálico ($1991,96 \mu\text{g/g}$) foi o composto fenólico mais abundante e o p-cumárico ($0,85 \mu\text{g/g}$) o menos abundante, diferenciando-a das barras convencionais, pois o consumo a longo prazo pode ajudar a diminuir efeitos decorrentes da inflamação, devido a atividades biológicas que vem sendo atribuídas aos ácidos hidroxinâmicos, em especial ao ácido gálico, como a atividade antioxidante, anticancerígena e anti-inflamatórias (OLIVEIRA *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2018).

Os dados na literatura sobre a presença desses compostos em produtos alimentícios desenvolvidos com feijão-caupi são escassos ainda, sendo relatados produtos desenvolvidos que fizeram avaliação sensorial, composição físico-química, minerais e qualidade tecnológica, sendo mais observado estudos sobre a presença desses compostos em grãos de cultivares de feijão-caupi.

Vale destacar como produto desenvolvido, o pão de queijo biofortificado com feijão-caupi desenvolvido por Cavalcante *et al.* (2019), que apresentou maiores concentrações de

fenólicos totais (188.4 mg EAG.100 g⁻¹), flavonoides (85.9 mg de quercetina. g⁻¹) e menores teores de taninos condensados (7.0 mg de catequina. g⁻¹) quando comparado a barra alimentícia que apresentou (51,04 mg EAG.100 g⁻¹, 38,99 mg de quercetina. g⁻¹, 131,86 mg de catequina. g⁻¹), respectivamente.

Essas diferenças podem ser explicadas pela formulação quanto aos tipos de matérias-primas, e as porcentagens utilizadas, já que para produção do pão de queijo foi usada grãos de feijão-caupi biofortificados com ferro e zinco, cultivar BRS Xiquexique, enquanto para produção da barra utilizou a cultivar BRS Tumucumaque biofortificada com ferro e zinco.

Diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que a barra estudada mostrou estabilidade microbiológica, e não apresentou alterações significativas da atividade de água e umidade. Apresentou mudanças no pH, acidez e textura, mas que não foram fatores determinantes para alterações da qualidade do produto, já que isso era esperado em virtude da embalagem filme utilizada, que permitiu o contato do produto com fatores externos, que pode ter levado a trocas e reações químicas e enzimáticas. Em relação a textura, fator importante na qualidade e aceitação dos alimentos, houve aumento da dureza após trinta dias em armazenamento sob temperatura ambiente, mostrando a viabilidade do uso de farinha de feijão-caupi no desenvolvimento de barra de cereal, já que a textura não adquiriu aspecto amolecido.

A utilização da farinha de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque na produção de barras alimentícias mostrou-se uma ótima escolha no fornecimento de nutrientes e compostos bioativos. Pois demonstrou ser um alimento com diferencial funcional do convencional, por possuir alto teor de fibras alimentares, além de apresentar alguns compostos fenólicos, com destaque para o ácido gálico que foi o composto mais abundante, e demonstrar atividade antioxidante *in vitro*.

Portanto, o consumo da barra de cereal adicionada de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e mel de abelha (*Apis mellifera*) poderá contribuir na oferta de nutrientes e de compostos antioxidantes que irão promover benefícios importantes para a saúde do consumidor.

V CAPÍTULO
CONCLUSÕES, SUGESTÕES E
CONTRIBUIÇÕES E REFERÊNCIAS

7 CONCLUSÕES GERAIS

- A barra desenvolvida foi aceita sensorialmente e obteve ótima intenção de compra.
- A barra demonstrou resultados microbiológicos adequados segundo a legislação vigente, sendo segura do ponto de vista da qualidade higiênico sanitária.
- Com relação as características nutritivas, a barra alimentícia apresentou umidade e cinzas dentro dos padrões, baixo conteúdo de lipídios e alto teor de fibras alimentares.
- Durante o armazenamento a atividade de água não sofreu alterações significativas, influenciou características físico-químicas (pH, acidez) e a textura da barra de cereal, uma vez que os parâmetros de dureza, mastigabilidade e gomosidade aumentaram significativamente em função do tempo de armazenamento, mantendo-se em condições adequadas para consumo.
- Quanto ao teor de compostos fenólicos a barra exibiu teores de fenólicos totais, flavonoides, taninos e atividade antioxidante que podem auxiliar na prevenção de doenças e manutenção da saúde.
- Os resultados da quantificação mostraram a presença de ácido gálico, ácido ferúlico e p-cumárico, onde o ácido gálico foi o composto fenólico com maior teor.

8 SUGESTÕES E CONTRIBUIÇÕES

8.1 Sugestões para perspectivas futuras

Tendo em vista a importância dos compostos identificados na barra alimentícia para a saúde, sugere-se para pesquisas futuras realizar análises de bioacessibilidade de compostos fenólicos e o desenvolvimento de estudos *in vivo* que avaliem o efeito do consumo da barra de cereal no controle da peroxidação lipídica e, dessa forma, verificar uma possível relação entre a sua ingestão e a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, tais como, doenças cardiovasculares, câncer, dentre outras.

8.2 Contribuições

- ✓ Possibilitar novas formas de utilização das matérias primas regionais com o feijão-caupi e o mel de abelha.
- ✓ Contribuição com informações para a literatura científica, tendo em vista a escassez de estudos relacionados com a identificação e quantificação de compostos fenólicos em barra alimentícia.

REFERÊNCIAS

- ABADIO FINCO, F.D.B., MOURA, L.L., SILVA, I.G. (2010). Propriedades físicas e químicas do mel de *Apis mellifera* L. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, n.30, v.3, p: 706-712.
- ALVAREZ-SUAREZ, J. M. et al. Phenolics from monofloral honeys protect human erythrocyte membranes against oxidative damage. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, p. 1508-1516, 2012.
- AMBRIZ-PÉREZ, D.L.; LEYVA-LÓPEZ, N., GUTIERREZ-GRIJALVA, E.P., HEREDIA, J.B. Phenolic compounds: Natural alternative in inflammation treatment. A Review. **Cogent Food & Agriculture**, v.2, n.1, p.1131412, 2016.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.66, n.1, p.1-9, 2007.
- ARRUDA, L. C.; FARIA, W. C. S.; SIQUEIRA, N. F. M. P. et al. Development of cereal bar with baru almonds and pineapple peels. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14684>>. Acesso em: 24 jan. 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16th. Arlington: AOAC; 2005
- BALAN, K.; RATHA, P.; PRAKASH, G.; VISWANATHAMURTHI, P.; DISAKWATTANA, S.; PALVANNAN, T. Evaluation of invitro α -amylase and α glucosidase inhibitory potential of N2O2 schiff base Zn complex. **Arabian Journal of Chemistry**, v.10, n.5, p.732–738, 2017.
- BARROS, N. V. DOS A., ROCHA, M. DE M., GLÓRIA, M. B. A, ARAÚJO, M. A. da M. & MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R. Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza. v.48, n.5, p.824-831, 2017.
- BLASA M, CANDIRACCI M, ACCORSI A, PIACENTINI MP, ALBERTINI MC, PIATTI E. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, 2006; 97(2):217-22.
- BRAND-WILLIAMS W, CUVELIER ME, BERSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology** [Internet].1995 [acesso em 15 jul 2019]; 28:25-30. Disponível em: http://radio.cuci.udg.mx/bch/EN/Manuals/Techniques/DPPH-original_LebensWissTechnol_1995-v28-p25.pdf.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Agência nacional de Vigilância Sanitária (2020). Instrução Normativa - IN N° 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. [acesso em 19 dez 2022]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2020/in075_08_10_2020.html.
- BRASIL. Resolução RDC da ANVISA n° 54, de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. [acesso em 19 dez 2020]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2022). Resolução RDC N° 711 de 01 de julho de 2022. **Regulamento Técnico sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães.** Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, DF. [acesso 10 05 2022] Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2022). Resolução RDC N° 161, DE 1° DE JULHO DE 2022. **Regulamento Técnico que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos.** Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, DF. [acesso 10 06 2022] Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2.

CAMPONE, L. et al. Determination of phenolic compounds in honey using dispersive liquid-liquid microextraction. **Journal of Chromatography A**, v.1334, p.9-15, 2014.

CAMPOS, G. et al. Classification of honey as floral or honeydew honey. **Food Science and Technology**, v.23, n.1, p., 2003

CAVALCANTE, R. B. M., ARAÚJO, M. A. M., ROCHA, M. M.; & MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Effect of thermal processing on chemical compositions, bioactive compounds, and antioxidant activities of cowpea cultivars. **Revista Caatinga**, n.30, v.4, p. 1050-1058, 2017a.

CAVALCANTE, R. B. M.; ARAÚJO, M. A. M.; ROCHA, M. M.; SILVA, K, J, D.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Efeito do processamento térmico no teor de polifenóis totais em grãos de cultivares do feijão-caupi. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.5, p. 806-810, 2017b.

CAVALCANTE, R. B. M. et al. Mineral content, phenolics compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 4, p. 846-849, 2019.

CHANDRASEKARA, A. Phenolic Acids. In: MELTON, L.; SHAHIDI, F.; VARELIS, P. **Encyclopedia of Food Chemistry**, v.3. Amsterdã: Elsevier, 2019.

CHEN, Y.; XIAO, H.; ZHENG, J.; LIANG, G. Structure-Thermodynamics-Antioxidant Activity Relationships of Selected Natural Phenolic Acids and Derivatives: An Experimental and Theoretical Evaluation. **Plos One**, São Francisco, v.10, n.3, p.1-20, 2015.

CHENG, J. C.; DAI, F.; ZHOU, B.; YANG, L.; LIU Z. L. Antioxidant activity of hydroxycinnamic acid derivatives in human low density lipoprotein: Mechanism and structure–activity relationship. **Food Chemistry**, Amsterdã, v.104, n.1, p.132-139, 2007.

CHUTTONG, B. et al. Physicochemical profiles of stingless bee (Apidae: Meliponini) honey from South East Asia (Thailand). **Food Chemistry**, v.192, p.149-155, 2016.

COSTA, E. D. A.; VALENÇA, A. D. P.; GARRUTI, D. D. S.; FREITAS, M. M. D. M. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.16, n.2, p.187-194, 2014

CÓRDOVA, K. R. V.; SANTA, H. S. D.; SANTA, O. R. D.; PEREZ, E.; WASZCZYNSKYJ, N. Antioxidantes e beta-glucanas em barras de cereais com *Agaricus brasiliensis*. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.30, n.2, p. 209-220, 2012.

CRUZ, C. L. C. V.; RUFFI, C. R. G. **Tecnologia de barras de cereais**. Campinas: Cereal Chocotec/ITAL, 2011.

CZAIKOSKI, A., CZAIKOSKI, K., MAZILE, J. R., BEZERRA, I., RIGO, M., & TEIXEIRA, A. M. Avaliação físico-química e sensorial de barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*). **Ambiência Guarapuava**.v.12, n.2, p.647 – 654, 2016.

DA SILVA, I.A.A. et al. Phenolic profile, antioxidant activity and palynological analysis of stingless bee honey from Amazonas, Northern Brazil. **Food Chemistry**, v.141, n.4, p.3552-3558, 2013.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005, 652 p.

FERREIRA, S. R. G. Alimentação, nutrição e saúde: avanços e conflitos da modernidade. **Ciencia & Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 31-33, 2010.

FREITAS, D. G. C. **Desenvolvimento e estudo da estabilidade de barra de cereais de elevado teor proteico e vitamínico**. Tese de doutorado, UNICAMP, Campinas/SP, 2005.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de alimentos: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Nobel, 2008. 511 p.

GLAHN, R. P.; TAKO, E.; CICHY, K.; WIESINGER, J. The cotyledon cell wall and intracellular matrix are factors that limit iron bioavailability of the common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Food Function**, v. 7, p. 3193–3200, 2016.

GUIMARÃES, M. M.; SILVA M. S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barra de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3, p. 426-33, 2009.

GISMONDI, A. et al. From Robinia pseudoacacia L. nectar to Acacia monofloral honey: biochemical changes and variation of biological properties. **Journal Science of Food and Agriculture**, v.98, n.11, p.4312-4322, 2018.

GRDEN, L.; OLIVEIRA, C. S.; BORTOLOZO, E. A. F. Q. Elaboração de uma barra de cereais como alimento compensador para praticantes de atividade física e atletas. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 2, n. 1, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/273>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

GUTKOSKI, L.C.; BONAMIGO, J.M.A.; TEIXEIRA, D.M.F.; PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 2, p. 355-363, 2007.

HAN, X.; SHEN, T.; LOU, H. Dietary Polyphenols and Their Biological Significance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.8, n.9, p.950-988, 2007.

HANHINEVA, K.; TÖRRÖNEN, R.; BONDIA-PONS, I.; PEKKINEN, J.; KOLEHMAINEN,

M.; MYKKÄNEN, H.; POUTANEN, K. Impact of dietary polyphenols on carbohydrate metabolism. **International Journal of Molecular Sciences, Basel**, v.11, n.4, p.1365–1402, 2010.

HERVERT-HERNÁNDEZ, D.; GOÑI, I. Dietary Polyphenols and Human Gut Microbiota: a Review. **Food Reviews International**, v.27, n.2, 154-169, 2011.

KHANG, D., T., et al. Phenolic profiles and antioxidant activity of germinated legumes. **Foods**, v.27, n.5, 2016.

IMPERATRIZ-FONSECA et al. **Bees as pollinators in Brazil: assessing the status and suggesting best practices**. Ribeirão Preto: Holos, 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos** (4th ed., Volume 1, p.1020). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

KANNAN RRR, THANGARADJOU RAT, ANANTHARAMAN P. Phytochemical constituents, antioxidant properties and p-coumaric acid analysis in some seagrasses. **Food Research International**, v. 54, p. 1229–1236, 2013.

KAROUI, R. et al. The use of front face fluorescence spectroscopy to classify the botanical origin of honey samples produced in Switzerland. **Food Chemistry**, v.101, n.1, p.314–323, jan. 2007

KIM D, JEONG SW, LEE CY. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v.81, p. 321-6, 2003.

LANSING, T. **Elaboração, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais produzidas a partir do farelo de torrão**. 2017. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em engenharia de alimentos) - Universidade Do Vale Do Taquari, Lajeado, 2017.

MARENDA, T. A. et al. Desenvolvimento de um sistema para classificação do mel em floral e melato por parâmetros físico químicos combinados com redes neurais artificiais. **Evidência**, v.11, n.1, p.61–74, 2011.

MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A. dos; MORETI, A. C. de C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v.36, n.3, 2006.

MARQUEZ-VILLACORTA, L. F.; PRETELL-VASQUEZ, C. C. Evaluación de características de calidad em barras de cereales com alto contenido de fibra y proteína. **Revista Bioagro, Popayán**, v. 16, n. 2, p. 67-78, dez. 2018. Disponível em <<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v16n2/1692-3561-bsaa-16-02-00067.pdf>>. Acesso em 24 jan. 2023.

MARQUEZI, M. **Características físico-químicas e avaliação das propriedades tecnológicas do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Dissertação (mestrado) -Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2013.

MEDA, A. et al. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v.91, n.3, p.571-577, 2005.

MOLAN, P. C. Re-introducing honey in the management of wounds and ulcers = theory and practice. **Ostomy Wound Manage**, v.48, p.28-40, 2022.

MOLAN, P. C. Clinical usage of honey as a wound dressing: na update. **Journal of Wound Care**, v.13, p.353-356, 2004.

MOLAN, P. C. The evidence supporting the use of honey as a wound dressing. **Int: J Low Extrem Wounds**, v.4, p.40-54, 2006.

MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R., SAMPAIO, G. R., SOARES, R. A. M., SILVA, C. P., ARAÚJO, M. A. M. & ARÊAS, J. A. G. Identification and quantification of phenolic compounds and antioxidant activity in cowpeas of BRS Xiquexique cultivar. **Revista Caatinga**. v.31, n.1, p. 209-216, 2018.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; MARTINS, L. S.; MENESES, N. A.; FROTA, K. M.; MORGANO, M. A.; & ARAÚJO, M. A. M. (2009). Utilização de biscoito à base de farinha de feijão-caupi em pré-escolares com anemia ferropriva. **Anais do II CONAC: Congresso Nacional de Feijão Caupi**.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SOUSA, I.G.M.; CAVALCANTE, R. B. M. C.; MORGANO, M. A.; & ARAÚJO, M. A. M. Barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi, castanha de caju e banana passa. **Revista Ciência Agronômica**, v.52, n.), p.1-8, 2021.

MURKOVIC, M. Phenolic Compounds. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M. (ed.) **Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition**. 2 ed. Kidlington, Oxford, Waltham: Academic Press, 2003. p. 4507-4514.

MURKOVIC, M. Phenolic Compounds: Occurrence, Classes, and Analysis. In: CABALLERO, B.; FINGLAS, P. M.; TOLDR, F. (ed.) **Encyclopedia of Food and Health**. v. 4. Kidlington, Oxford, Waltham: Academic Press, 2016. p. 346-351.

NAZCK, M.; SHAHIDI, F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v.41, n.5, p.1523–1542, 2006.

NETO, C. J. F.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e agrotecnologia**, v.29, n.4, 2005.

NDERITU, A. M., DYKES, L., AWIKA, J. M., MINNAAR, A. & DUODU, K. G. Phenolic composition and inhibitory effect against oxidative DNA damage of cooked cowpeas as affected by simulated in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry, Barking**. v.141, n.3, p.1763–1771, 2013.

OLIVEIRA D. M.; BASTOS D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v.34, n.6, p. 1051-1056,2011.

OLIVEIRA L, THOMÉ G, LOPES T, REICHERT K, OLIVEIRA S, PEREIRA A, et al. Effects of gallic acid on delta amino levulinic dehydratase activity in biochemical, histological and oxidative stress parameters in the liver and kidney of diabetic rats. **Bio Pharma**. v. 84, p.1201–99, 2016

PANIWNYK, L.; BEAUFOY, E.; LORIMER, J. P.; MASON, T. J. The extraction of rutin from flower buds of *Sophora japonica*. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, n.3, p. 299-301, 2001.

PEREIRA AS, OLIVEIRAA LS, LOPES TF, BALDISSARELLI J, PALMA TV, SOARES MSP, et al. Effect of gallic acid on purinergic signaling in lymphocytes, platelets, and serum of diabetic rats. **Bio Pharma**. v.101, n.1, p.30–6, 2018.

PRICE ML, SCOYOC SV, BUTLER LG. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.26, p.1214-18, 1978.

REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA. Rio de Janeiro: IBGE, 978-65-87201-15-3. **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

ROY A J, PRINCE PSM. Preventive effects of p-coumaric acid on cardiac hypertrophy and alterations in electrocardiogram, lipids, and lipoproteins in experimentally induced myocardial infarcted rats. **Food and Chemical Toxicology**, v. 60, p. 348–354, 2013.

RUFINO MSM, ALVES RE, PÉREX-JIMÉNEZ J, SAURA CALIXTO F, BRITO ES, MANCINI-FILHO J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, n.4, p.996–1002, 2010.

SCOTT, W. J. Water relations of food spoilage microorganisms. **Advances in Food Research**, v. 7, n. 9, p. 83-127, 2005.

SHARMA SH, CHELLAPPAN DR, CHINNASWAMY P, NAGARAJAN S. Protective effect of p-coumaric acid against 1,2 dimethylhydrazine induced colonic preneoplastic lesions in experimental rats. **Biomed Pharmacother**, v. 94, p. 577–588, 2017.

SILVA N, JUNQUEIRA VCA, SILVEIRA NFA. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela; 2007.

SILVA, E. C. D.1, SOBRINHO, V. D. S.; CEREDA, M. P. Estabilidade de alimento em barra à base de farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.33, n.1, p. 192-198, 2013.

SILVA, E. P. DA. et al. Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jervá flour (*Syagrus romanzoffiana*). **Food Science and Technology**, v. 36, n. Food Sci. Technol, 2016 36(3), jul. 2016.

SILVA, L.A.A. et al. Desenvolvimento de Barra de Cereais Fortificada com Adição dos Vegetais: Cenoura (*Daucus carota* L.) e Beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Research Society and Development**. v.8, n.1, 2019.

SINGLETON VI, ROSS IJ. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid agents. **American Journal of Enology and Viticulture**.16:144-58, 1965.

SOMBIÉ, P. A. E. D., COMPAORÉ, M., COULIBALY, A. Y., OUÉDRAOGO, J. T., TIGNÉGRÉ, J. B. S. & KIENDRÉBÉOGO, M. Antioxidant and Phytochemical Studies of 31 Cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. **Foods**. v.7, n.143, p. 1-9, 2018.

SRINIVASAN M, SUDHEER AR, MENON VP. Ferulic acid: therapeutic potential through is antioxidant property. **Journal Clinical Biochemistry Nutrition**, v.40, p. 92-100, 2007.

STATISTICAL PACKAGE FOR THE SOCIAL SCIENCES (SPSS), versão 21.0, Software, 2016.

TOYDEMIR, G. et al. Effects of honey addition on antioxidative properties of different herbal teas. *Polish J. Food Nutrition Science.*, v.65, n.2, p.127-135, 2015.

TRAMUJAS, J. M.; CARLI, C. G.; PRADO, N. V.; LUCCHETTA, L.; TONIAL, I. B. Assessment of nutritional and lipid quality of salted cerealbars prepared with different binding agents. **Revista chilena de nutricion**, Santiago, v. 44, n. 4, p. 350-359, 2017. Disponível em Acesso em 24 jan. 2023.

VIEIRA, M. M. S.; BEZERRA, J. M.; SANTOS, A. F. Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante em cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021

WANG, J.; SUN, B.; CAO, Y.; TIAN, Y. Optimisation of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from wheat bran. **Food Chemistry**, v.106, n.2, p.804-810, 2008.

ZHANG, B.; DENG, Z.; RAMDATH, D. D.; TANG, Y.; CHEN, P. X.; LIU, R.; LIU, Q.; TSAO, R. Phenolic profiles of 20 Canadian lentil cultivars and their contribution to antioxidante activity and inhibitory effects on α -glucosidase and pancreatic lipase. **Food Chemistry, Amsterdã**, v.172, p.862–872, 2015.

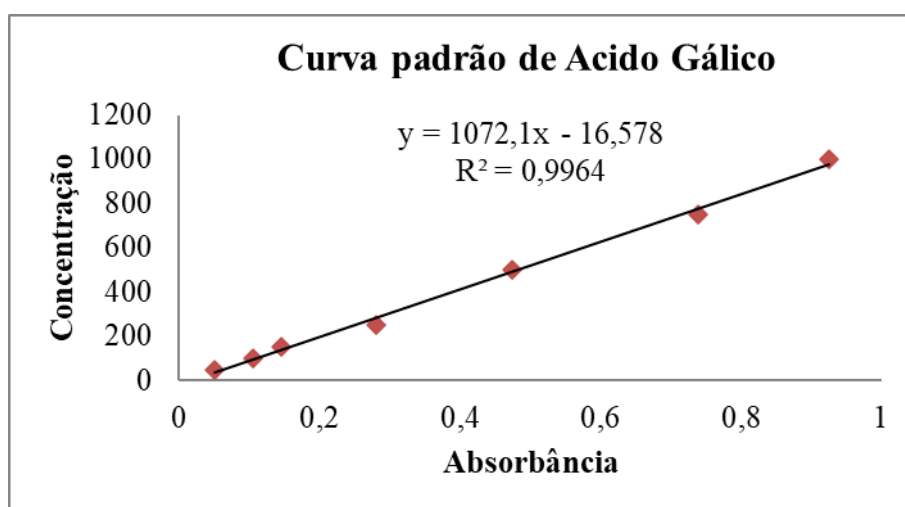
VI CAPÍTULO ANEXOS E APÊNDICES

APÊNDICES



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

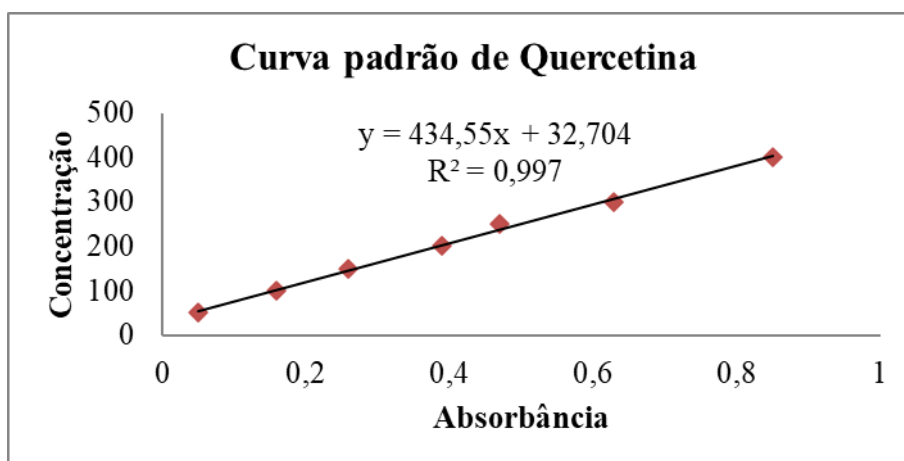
APÊNDICE A - Curva padrão de ácido gálico para determinação dos compostos fenólicos totais.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

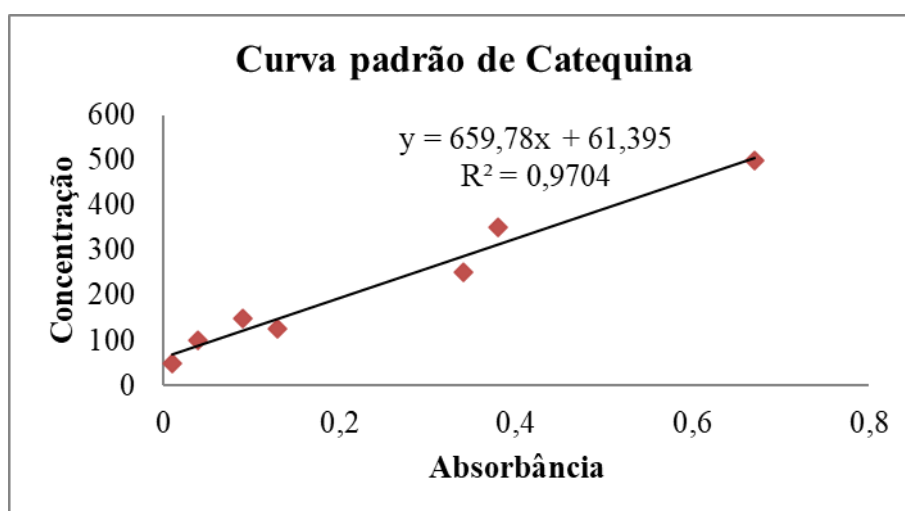
APÊNDICE B - Curva padrão de quercetina para determinação dos compostos flavonoides totais





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

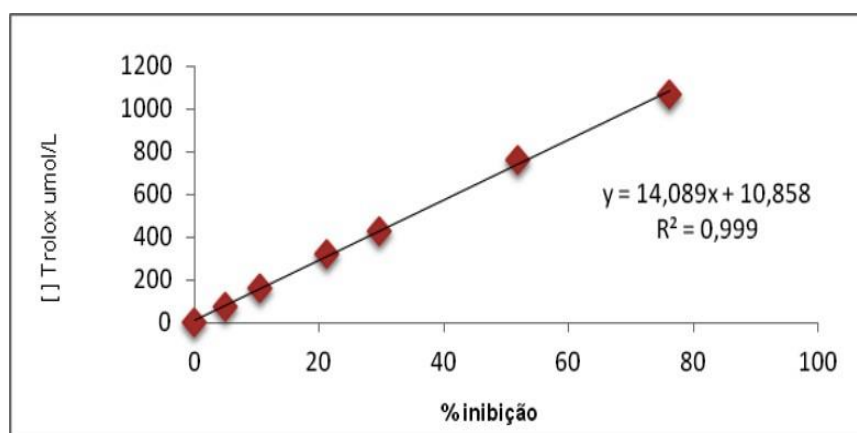
APÊNDICE C - Curva padrão de catequina para determinação dos compostos taninos condensados.





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

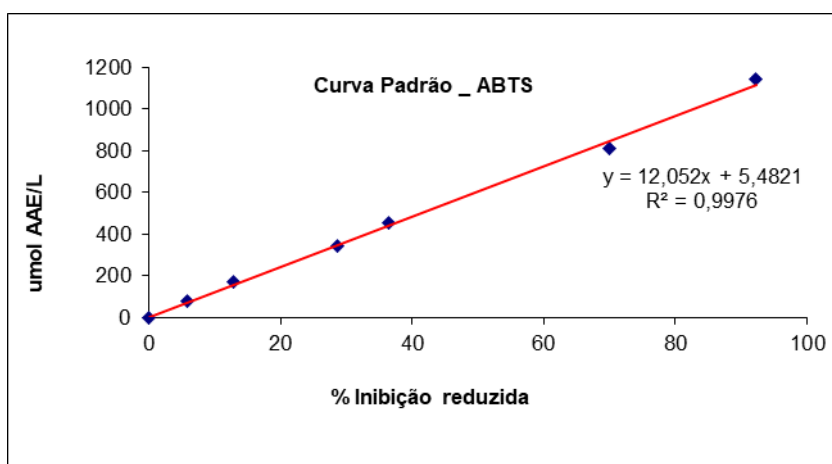
APÊNDICE D - Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical DPPH





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

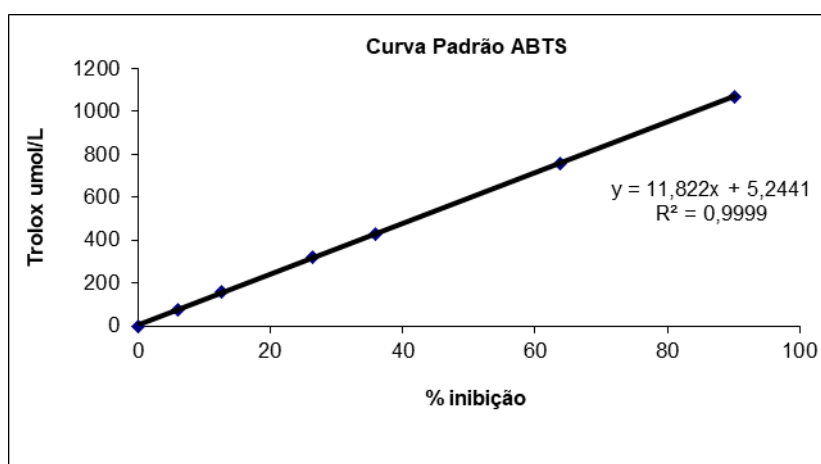
APÊNDICE E - Curva padrão de $\mu\text{molAAE/L}$ utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical ABTS





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

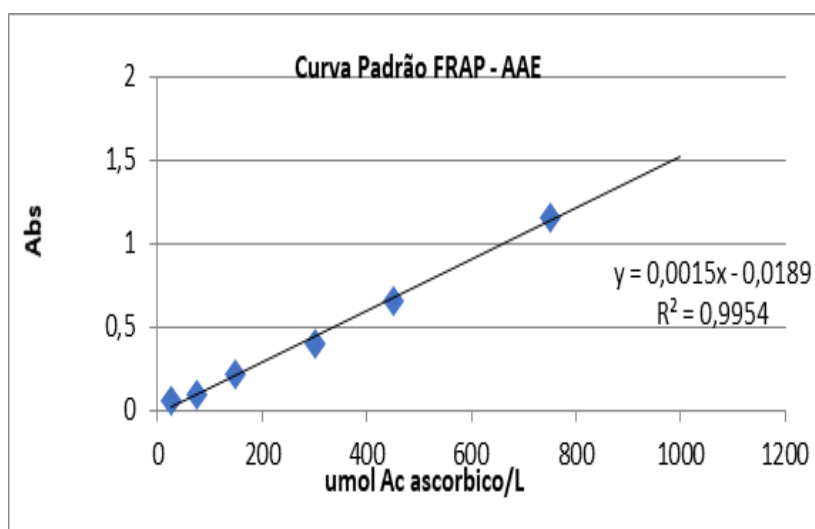
APÊNDICE F- Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical ABTS





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

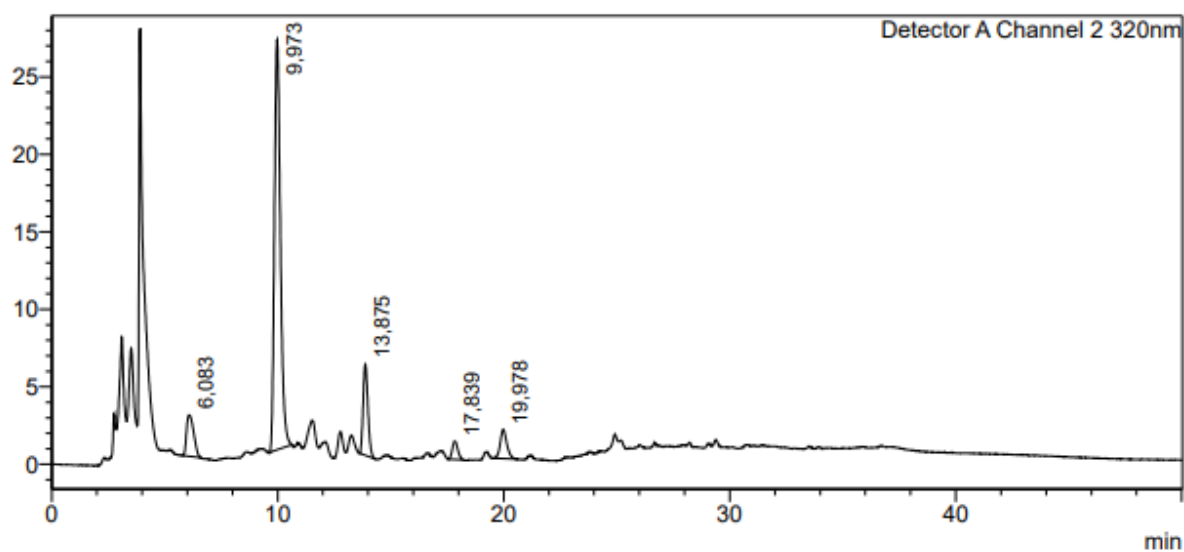
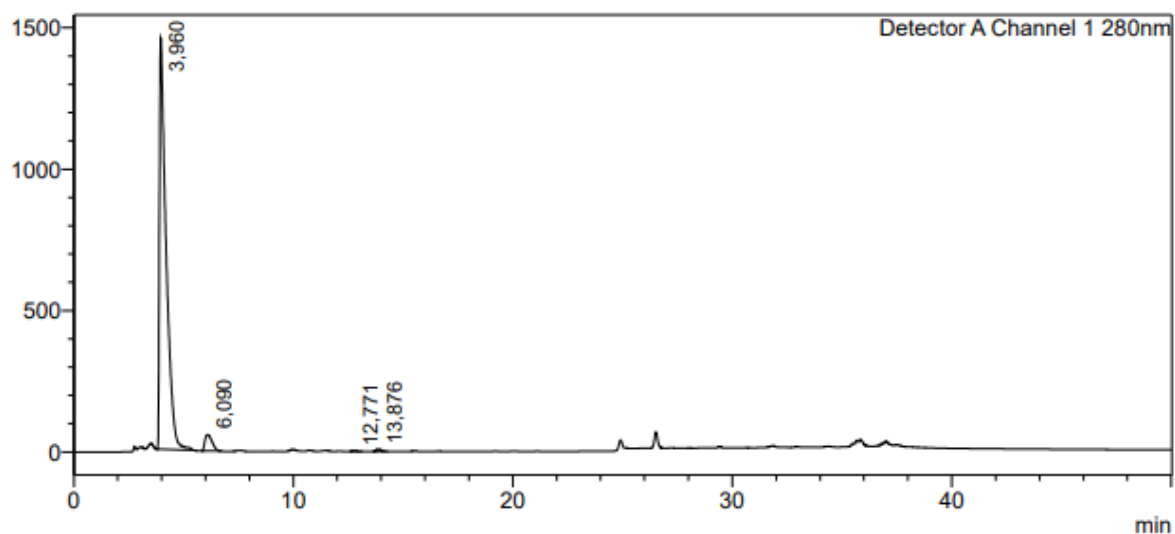
APÊNDICE G - Curva padrão de Trolox utilizada para determinação da atividade antioxidante utilizando o radical FRAP





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

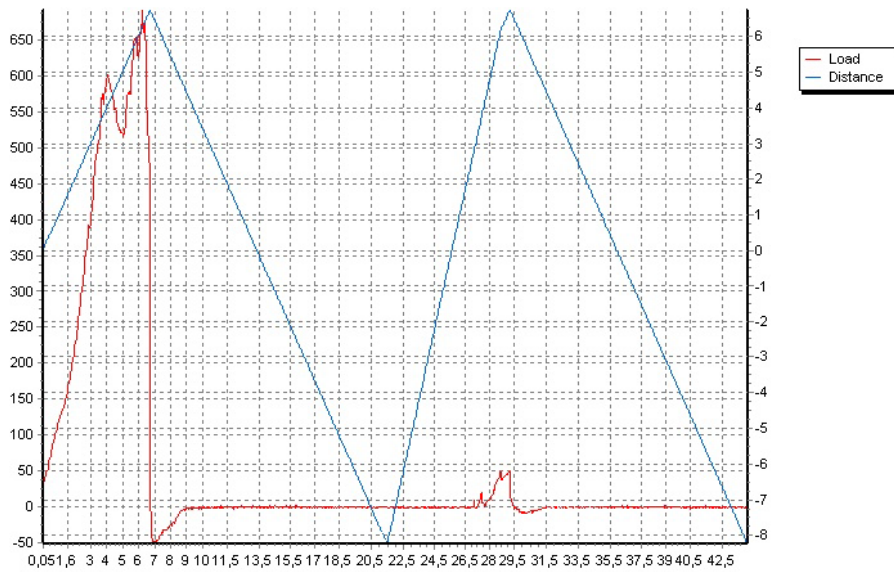
APÊNDICE H - Cromatograma de separação dos compostos fenólicos da Barra de cereal
por HPLC-UV.



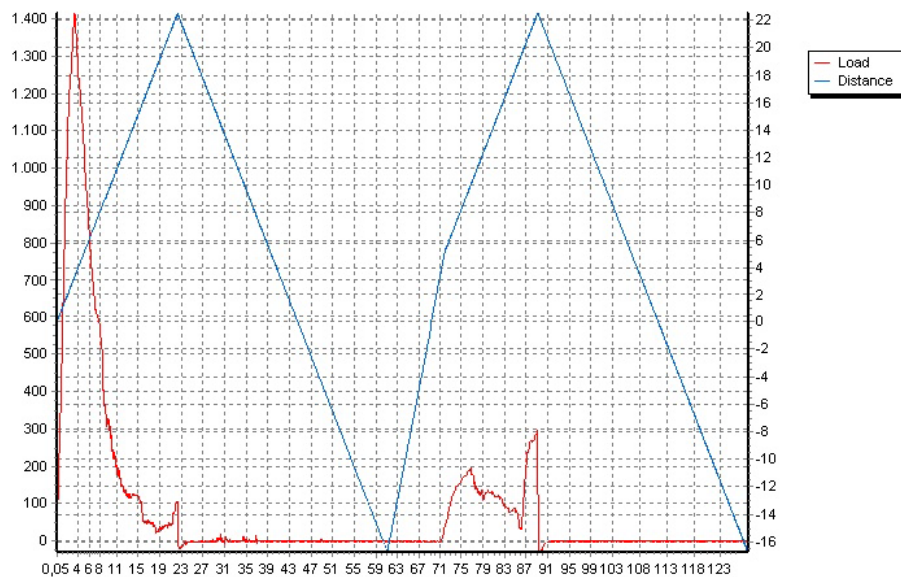


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN

APÊNDICE I - Perfil de Textura da Barra de cereal
TPA1 T0



TPA2- T30

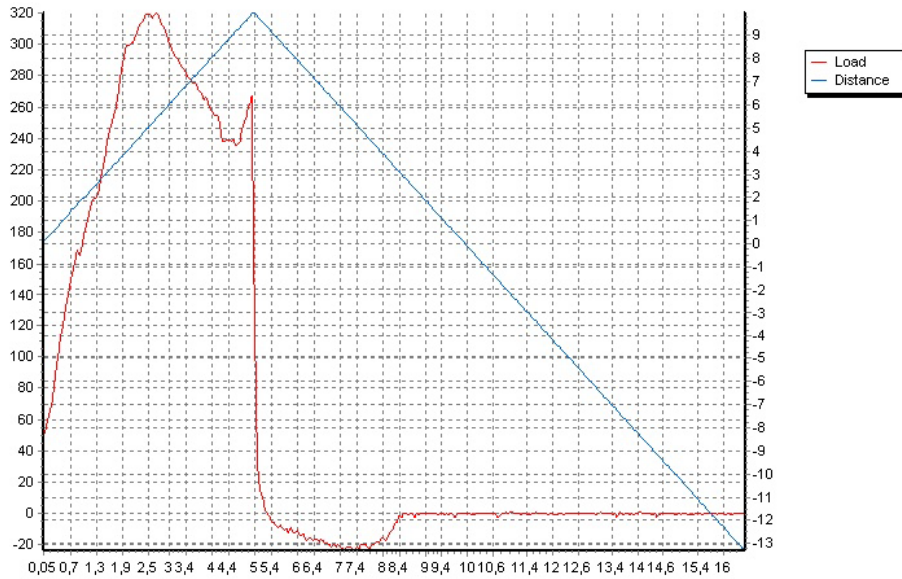




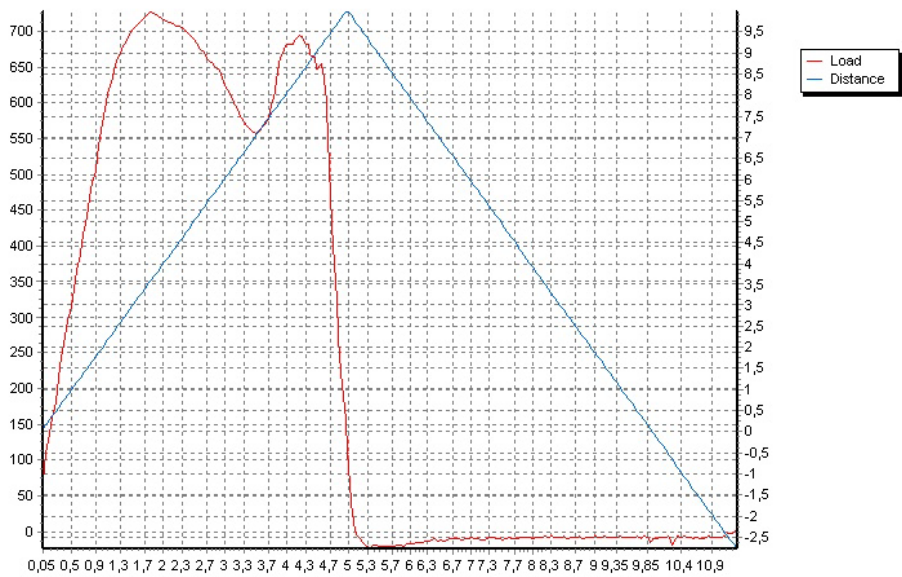
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUI
PRO-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO – PRPG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO – PPGAN**

APÊNDICE J - Teste de compressão da Barra de cereal

TC1



TC2



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
APÊNDICE K - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Título do projeto: **DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA *APIS MELÍFERA*.**

Pesquisador Responsável: Pós- Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

Instituição/Departamento: Universidade Federal do Piauí/ Departamento de Nutrição

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (86) 3237-2062

Pesquisadores participantes: Maria Fabrícia Beserra Gonçalves.

Telefone para contato (inclusive ligações a cobrar): (86)99485-4747.

Você será convidado (a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

- Você será submetido a uma análise sensorial de barras de cereais. Não há benefício direto para o participante. Trata-se de estudo experimental testando a aceitação e intenção de compra de barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi e mel de abelha *Apis Melífera*. Somente no final do estudo poderemos concluir qual formulação apresentou maior preferência;
- Os testes que você irá realizar não apresentam risco, prejuízo, desconforto ou provocam lesões;
- No caso de recusa, você terá o direito de retirar o seu consentimento a qualquer tempo da realização da pesquisa;
- Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo, somente o pesquisador, a equipe do estudo, representantes do Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo;
- A sua participação se restringe ao momento da realização dos testes sensoriais.

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____, RG/CPF
ou N° de matrícula _____, abaixo assinado, concordo em participar do
estudo **“DESENVOLVIMENTO DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA
INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA APIS MELÍFERA”**, como sujeito.
Fui suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim,
descrevendo o mesmo. Eu discuti com os pesquisadores participantes, sobre a minha decisão em
participar desse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os
procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e
de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de
despesas. Concordo voluntariamente em participar desse estudo e poderei retirar o meu
consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou
perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Nome e Assinatura do sujeito ou
responsável: _____

Teresina, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do pesquisador responsável

ANEXOS

ANEXO I

UNIVERSADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA *APIS MELÍFERA*.

Nome: _____

Sexo: F () M () Idade: ____

TESTE DE ESCALA HEDÔNICA

Você está recebendo três amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para a característica de acordo com a escala abaixo:

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem gostei, Nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

Código	Nota

Comentários:

ANEXO II

UNIVERSADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA *APIS MELÍFERA*.

Nome:

Sexo: F () M () Idade: _____

TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Você está recebendo três amostras codificadas. Deguste uma por vez. Beba água entre a degustação de uma amostra e outra. Coloque a nota para a característica de acordo com a escala abaixo:

5	Certamente compraria
4	Provavelmente compraria
3	Indiferente
2	Provavelmente não compraria
1	Certamente não compraria

Código	Nota

Comentários:

ANEXO III

UNIVERSADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI

DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA *APIS MELÍFERA*.

Nome: _____

Sexo: F () M () Idade: _____

TESTE DE COMPAÇÃO MÚLTIPLA

Você está recebendo uma amostra padrão marcada com P e uma amostra codificada. Compare com a amostra padrão e identifique se é melhor, igual ou pior que o padrão em relação ao sabor. Em seguida assinale o grau de diferença de acordo com a escala.

- 1- Extremamente melhor que o padrão
- 2- Muito melhor que o padrão
- 3- Regularmente melhor que o padrão
- 4- Ligeiramente melhor que o padrão
- 5- Nenhuma diferença do padrão
- 6- Ligeiramente pior que o padrão
- 7- Regularmente pior que o padrão
- 8- Muito pior que o padrão
- 9- Extremamente pior que o padrão

Nº da amostra	Valor

Comentários:

ANEXO IV
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ - UFPI
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO

**ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA DE CEREAL ADICIONADA DE FARINHA
 INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI E MEL DE ABELHA *APIS MELÍFERA*.**

Nome: _____

Sexo: F () M ()

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA – ADQ

Você está recebendo uma amostra codificada. Avalie cada atributo, indicando com um traço vertical o ponto da escala que melhor quantifique a intensidade de cada atributo.

Aparência| _____
 Própria | Imprópria

Aroma | _____
 - Intenso | + Intenso

Sabor | _____
 - Acentuado | + Acentuado

Dureza | _____
 Muito mole | Muito Dura

Cor | _____
 - Intensa | + Intensa

Fraturabilidade

_____ | _____
 pouco quebradiça | muito quebradiça

OUTRAS PRODUÇÕES

ARTIGO CIENTIFICO

Versão publicada pela Revista Brazilian Journal of Development

ABREU, B. B. D.; MOREIRA, LUANA, R. L. F.; CAVALCANTE, R. B. M.; CAMPOS, C. D. M. F.; GONÇALVES, M. F. B.; OLIVEIRA, E. L. C. D.; BRANDÃO, A. D. C. A. S.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.). **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 2, p.9446-9453, 2020.

Brazilian Journal of Development

9446

Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.)

Development of a nugget based on the acerola residue (*Malpighia emarginata* D.C) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

DOI:10.34117/bjdv6n2-307

Recebimento dos originais: 30/12/2019
Aceitação para publicação: 28/02/2020

Bruna Barbosa de Abreu

Aluna no curso de graduação em Nutrição, Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação-CNPq

Universidade Federal do Piauí

Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde-CCS, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella, Bloco 13, Bairro Ininga. CEP 64049-550. Teresina-Piauí. Brasil.

E-mail: brunabarbosa.deabreu@gmail.com

Luana Rocha Leão Ferraz Moreira

Aluna no curso de graduação em Nutrição

Universidade Federal do Piauí

Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde-CCS, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella, Bloco 13, Bairro Ininga. CEP 64049-550. Teresina-Piauí. Brasil.

E-mail: luana_ferraz8@hotmail.com

Rodrigo Barbosa Monteiro Cavalcante

Doutor em Alimentos e Nutrição, professor da Faculdade de Nutrição (FANUT) da Universidade Federal de Goiás (UFG)

Faculdade de Nutrição (FANUT), Universidade Federal de Goiás (UFG), Rua 227 Viela Quadra 68 S/N - Setor Leste Universitário, Goiânia - GO, 74605-080.

E-mail: rodrigobarbosa@ufg.br

Clélia de Moura Fê Campos

Mestre em Ciências e Saúde, professora do Departamento de Nutrição (DNUT), da Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde-CCS, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella, Bloco 13, Bairro Ininga. CEP 64049-550. Teresina-Piauí. Brasil.

E-mail: celiamefc@ufpi.edu.br

Maria Fabricia Beserra Gonçalves

Mestre em Alimentos e Nutrição, doutoranda em Alimentos e Nutrição

Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde-CCS, UFPI, Campus Ministro Petrônio Portella, Bloco 13, Bairro Ininga. CEP 64049-550. Teresina-Piauí. Brasil.

E-mail: fabriciabeserra@ufpi.edu.br

ARTIGO CIENTIFICO

Versão publicada pela Revista **Journal of Culinary Science & Technology**

CAMPOS, C. M. F.; SOARES, A.K. O.; GONÇALVES, M. F. B.; HASHIMOTO, J. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Nutritional and functional characteristics of whole-grain cookies with added gurguéia nut (*Dipteryx lacunifera* Ducke) and soursop residue (*Annona muricata* L.). **Journal of Culinary Science & Technology**. 2022.



Journal of Culinary Science & Technology



ISSN: (Print) (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/wcsc20>

Nutritional and Functional Characteristics of Whole-grain Cookies with Added Gurguéia Nut (*Dipteryx Lacunifera* Ducke) and Soursop Residue (*Annona Muricata* L.)

Clélia de Moura Fé Campos, Ana Karine de Oliveira Soares, Maria Fabricia Beserra Gonçalves, Jorge Minoru Hashimoto & Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

To cite this article: Clélia de Moura Fé Campos, Ana Karine de Oliveira Soares, Maria Fabricia Beserra Gonçalves, Jorge Minoru Hashimoto & Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo (2022): Nutritional and Functional Characteristics of Whole-grain Cookies with Added Gurguéia Nut (*Dipteryx Lacunifera* Ducke) and Soursop Residue (*Annona Muricata* L.), *Journal of Culinary Science & Technology*, DOI: [10.1080/15428052.2022.2034694](https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2034694)

To link to this article: <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2034694>



Published online: 13 Feb 2022.



Submit your article to this journal [↗](#)



View related articles [↗](#)



View Crossmark data [↗](#)

ARTIGO CIENTIFICO

Versão publicada pela Revista Research, Society and Development

BRITO, M. M. D.; GONÇALVES, M. F. B.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; BRANDÃO, A. D. C. A. S. Desenvolvimento de biscoitos utilizando amêndoas de chichá (*Sterculia striata* Naud.) e castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke). **Research, Society and Development**. v. 11, n. 1, p., 2022.

Research, Society and Development, v. 11, n. 1, eXX, 2022
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.XXXXX>

Desenvolvimento de biscoitos utilizando amêndoas de chichá (*Sterculia striata* Naud.) e castanha-do-gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke)

Elaboration of cookies using with chichá almonds (*Sterculia striata* Naud.) and gurguéia nuts (*Dipteryx lacunifera* Ducke)

Elaboración de galletas con almendras chicha (*Sterculia striata* Naud.) Y nueces de Gurguéia (*Dipteryx lacunifera* Ducke)

Recebido: 00/01/2022 | Revisado: 00/01/2022 | Aceito: 00/01/2022 | Publicado: 00/01/2022

Marilene Magalhães de Brito

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7603-5136>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: marilene_nmb@hotmail.com

Maria Fabricia Beserra Gonçalves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4293-5085>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: fabriciabeserra@ufpi.edu.br

Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-2358>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: regilda@ufpi.edu.br

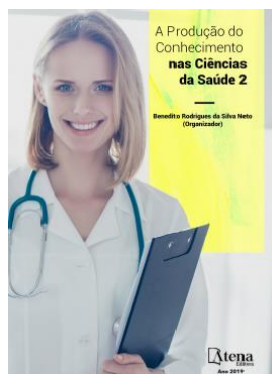
Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1310-3880>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: amandacastronut@yahoo.com.br

CAPÍTULO DE LIVRO

E-book: A produção do conhecimento nas ciências da saúde 2. Atena Editora, 2019.

Capítulo 2: Desenvolvimento de cocada isenta de lactose com adição de amendoim;

Capítulo 22: Composição centesimal, índice de absorção em água e índice de solubilidade em água de farinha de trigo comercializada em Teresina-PI;

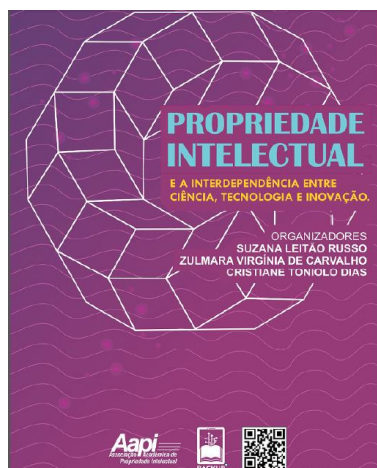
Capítulo 23: Desenvolvimento de brigadeiro a base de biomassa de banana verde (*musa spp.*) e côco.

Ebook: “Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 3” / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020. ISBN 978-65-5706-613-3, DOI 10.22533/at.ed.13320231119.



Capítulo 19: Avaliação da Percepção Sensorial de Alunos de Graduação em Nutrição” de autoria de Maria Fabrícia Beserra Gonçalves, Ana Karine de Oliveira Soares, Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo.

Ebook: “Propriedade Intelectual e a Interdependência entre Ciência, Tecnologia e Inovação. Suzana Leitão Russo, Zulmara Virgínia de Carvalho, Cristiane Toniolo Dias (Organizadores). Aracaju: Backup Books Editora, 2021. 381 p.”



Capítulo 6: Características Sensoriais de Queijo Saborizado com Baixo Teor de Lactose à Base de Leite de Cabra e Grãos de Kefir.

PEDIDO DE PATENTE
QUEIJO COM BAIXO TEOR DE LACTOSE UTILIZANDO LEITE DE CABRA E
GRÃOS DE KEFIR.

INPI INSTITUTO
 NACIONAL
 DA PROPRIEDADE
 INDUSTRIAL

05/12/2022 870220112774
 10:17



29409161957305486

**Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de
 Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT**

Número do Processo: BR 10 2022 024793 5

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 06517387000134

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella

Cidade: Teresina

Estado: PI

CEP: 64049550

Pais: Brasil

Telefone: 8632371638

Fax: 8632371638

Email: nintec@ufpi.edu.br

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): Queijo com baixo teor de lactose utilizando leite de cabra e grãos kefir.

Resumo: A presente invenção descreve um produto alimentício com melhor valor nutritivo e funcional, que fornece um aporte de macro e micronutrientes, e reduzido teor de lactose aos seus consumidores, respondendo à demanda existente no atual estado da técnica, por meio de um processo de obtenção com simples etapas de processamento. Assim, é descrito um queijo funcional obtido com leite de cabra e grãos kefir. O produto alimentício proposto é constituído de: Leite caprino; Filtrado de kefir; Sal. Essas matérias-primas em conjunto, proporcionam um produto com alto valor nutritivo e ótima aparência, constituído de proteínas, cálcio, magnésio e fósforo, além de baixo teor de lipídios e lactose para seus consumidores.

Figura a publicar: 2

RESUMO

QUEIJO COM BAIXO TEOR DE LACTOSE UTILIZANDO LEITE DE CABRA E GRÃOS DE KEFIR

A presente invenção descreve um produto alimentício com melhor valor nutritivo e funcional, que fornece um aporte de macro e micronutrientes, e reduzido teor de lactose aos seus consumidores, respondendo à demanda existente no atual estado da técnica, por meio de um processo de obtenção com simples etapas de processamento. Assim, é descrito um queijo funcional obtido com leite de cabra e grãos de kefir. O produto alimentício proposto é constituído de: Leite caprino; filtrado de kefir; Sal. Essas matérias-primas em conjunto, proporcionam um produto com alto valor nutritivo e ótima aparência, constituído de proteínas, cálcio, magnésio e fósforo, além de baixo teor de lipídios e lactose para seus consumidores.

RELATÓRIO DESCRITIVO

BREVE DESCRIÇÃO

[0001] A presente invenção se refere à formulação de um queijo com baixo teor de lactose produzido a base de leite de cabra e grãos de Kefir, que se refere à obtenção de um produto alimentício derivado do leite, tipo queijo cremoso, obtido a partir da fermentação de kefir, visando à elaboração de um produto, largamente presente no consumo habitual da população, com características nutricionais diferenciadas, sendo de baixo teor de lipídios e lactose, que auxilia no aporte de micronutrientes e proteínas, destinado principalmente, a atender consumidores interessados em produtos com melhor qualidade nutricional.

CAMPO DE APLICAÇÃO

[0002] A presente invenção pertence à seção das necessidades humanas, ao campo de produtos alimentícios, alimentos ou produtos de laticínios; mais especificamente queijo, por descrever o processo e métodos de preparo e obtenção de um queijo com melhor valor nutritivo e com alegação funcional.

CONVENCIMENTO

[0003]] A intolerância à lactose é caracterizada por ausência da enzima, não ocorrendo a hidrólise da lactose, sendo fermentada por bactérias colônicas, formando gases e ácidos orgânicos, causando distensão e/ou cólicas, podendo ocorrer diarreia se ingerida em uma

quantidade superior ao tolerado pelo organismo do indivíduo.

[0004] As necessidades por produtos isentos ou com baixo teor de lactose, vem crescendo, pois, a porcentagem de pessoas que apresenta intolerância a lactose vem aumentando de 10 a 15%, porcentagem alta para o número de pessoas e que atinge principalmente crianças. Tornando crescente a necessidade por produtos com baixo teor de lactose. Visto essa necessidade, observa-se que a procura por alimentos isentos ou com reduzidos teores de lactose é cada vez maior, contudo, a remoção da lactose da dieta por toda a vida se torna um grande desafio para os profissionais da área de alimentos, pois dentre os alimentos que mais fazem parte dos hábitos alimentares da população, tais como, iogurtes, achocolatados, queijos, são normalmente elaborados a partir de leite.

[0005] Com o intuito de solucionar essa demanda desenvolveu-se a presente invenção, através da formulação de um queijo com baixo teor de lactose produzido a partir de leite de cabra e grãos de kefir. Sendo o leite adquirido na cooperativa de leite na cidade de Esperantina- Piauí e os grãos de Kefir foram doados pela Universidade Federal do Recôncavo Baiano.

[0006] O leite de cabra é reconhecido pelas suas propriedades hipoalergênicas e vem sendo amplamente incorporado à dieta infantil, especialmente voltado às crianças alérgicas às proteínas do leite bovino, devendo-se ao fato de suas proteínas, em sua maioria, compostas por β caseína, α -s2-caseína e, em menor quantidade, de α -s1-caseína, fração muito associada a alergias infantis. Outro efeito benéfico associado ao consumo do leite de cabra é a digestibilidade que é facilitada pelo tamanho reduzido e fácil dispersão dos glóbulos de gordura e pela proteína coagulável que forma uma coalhada fina, macia e com boa digestão

[0007] O kefir é um alimento rico em ácido láctico, acético e glicônico, álcool etílico, gás carbônico, vitamina B12 e polissacarídeos. Apresenta baixo teor de lactose, é fonte de cálcio e de proteínas de alto valor biológico, tendo alta digestibilidade em função da desnaturação proteica que acontece ao longo da fermentação. Pode ser produzido com substrato de origem animal (leite de diferentes espécies animais) e de origem vegetal (açúcar mascavo, leite de coco, arroz e soja), sendo o leite bovino o mais empregado. Sendo um alimento com baixo valor calórico e as características nutritivas estão relacionadas à composição físico-química do leite (matéria-prima), dos microrganismos envolvidos no processo fermentativo e dos produtos resultantes da

fermentação.

[0008] O queijo é uma coalhada que se forma com a coagulação do leite de alguns mamíferos pela adição de coalho ou enzimas coagulantes e/ou pelo ácido láctico produzido pela atividade de determinados microrganismos presentes normalmente no leite ou adicionados intencionalmente, dessorando-se a coalhada por corte, aquecimento, prensagem, dando-lhe forma em moldes e submetendo-se a maturação por determinado tempo e temperatura e em condições de umidade relativa controlada. Em queijos parte da lactose é hidrolisada, e devido poucas pessoas serem intolerantes a baixas doses de lactose, torna-se interessante o desenvolvimento de queijo com teores mais baixos de lactose em relação aos comercializados no mercado.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0009] Para subsidiar o desenvolvimento da presente invenção fez-se uma busca nas bases de dados da World Intellectual Property Organization (WIPO), European Patent Office (Espacenet), United States Patent and Trademark Office (USPTO) e Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI). Selecionou-se patentes publicadas contendo Queijo e Kefir como palavras-chave no título, resumo ou texto completo. Foram encontradas apenas duas patentes sobre o uso do Kefir na produção de queijo na Base de dados da World Intellectual Property Organization (WIPO).

[00010] O processo de número 201410359209.7 (China). A invenção fornece um método de preparação de queijo mole kefir tibetano, pertencente ao campo de processamento de alimentos. O método de preparação é caracterizado pela adição de pó liofilizado de licor de fermentação de grãos de kefir tibetano e agentes auxiliares de fermentação ao leite cru para realizar o tratamento de fermentação a temperatura constante, adicionando quimosina para realizar o tratamento de coagulação e finalmente cortando a coalhada e realizando o tratamento de maturação, eliminando o soro, obtendo-se assim o queijo, em que o pó liofilizado de licor de fermentação de grãos de kefir tibetano é pó seco obtido após a realização de liofilização sob vácuo no licor de fermentação obtido após cultivar tibetano grãos de kefir em meio sintético. O queijo que atende aos gostos do povo chinês é preparado utilizando cepas tradicionais chinesas.

[00011] O processo de número 201410360137.8 (China). A invenção fornece um método

de preparação de queijo semi-duro kefir tibetano, pertencente ao campo de processamento de alimentos. O método de preparação é caracterizado pela adição de pó liofilizado de licor fermentador de grãos de kefir tibetano ao leite cru para servir como um agente fermentador para realizar tratamento de fermentação com temperatura constante, adicionando quimosina para realizar o tratamento de coagulação e finalmente cortando a coalhada e realizando a maturação, tratamento após a eliminação do soro, obtendo-se assim o queijo , em que o pó liofilizado de licor de fermentação de grãos de kefir tibetano é pó seco obtido após a realização de liofilização a vácuo no licor de fermentação obtido após a cultura de tibetanogrãos de kefir em meio sintético.

[00012] _Dessa forma, a invenção proposta no presente pedido traz como principal contribuição à técnica, a proposição de um produto alimentício funcional, presente no hábito alimentar da população brasileira, produzido a partir do leite de cabra e grãos de kefir, sem adição de coalho e agentes auxiliares de fermentação, o qual proporciona um aumento, não só das quantidades de proteínas, cálcio, magnésio e fósforo, além de baixo teor de lipídios e carboidratos, com baixo valor energético total e reduzido teor de lactose, diferentemente das anterioridades presentes no atual estado da técnica.

[00013] O diferencial das patentes depositadas da presente invenção está na composição, tipo de leite utilizado, como também no processo de obtenção dela. Enquanto os documentos apresentados possuem outras matérias-primas, agentes auxiliares de fermentação como coalho químico, substâncias sintéticas como pó liofilizado, entre outros, esta invenção contém apenas o leite de cabra, grãos de kefir e sal, não foi utilizado nenhum produto sintético e químico. Através da busca nas bases de dados pesquisadas não foram encontradas patentes com a formulação proposta e com o mesmo método de obtenção da presente invenção, de forma que esta possui novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

OBJETIVO DA INVENÇÃO

[00014] Considerando o aumento do público em relação as necessidades por produtos isentos ou com baixo teor de lactose. A invenção tem como objetivo disponibilizar um alimento

funcional, à base de matérias-primas nutritivas, regional e que pode atuar como uma opção viável ao público intolerante a lactose. Ademais, a presente invenção já faz parte do hábito alimentar da população em sua versão convencional, podendo auxiliar para o aporte de proteínas, cálcio, magnésio e fósforo.

DA INVENÇÃO

[00015] A presente invenção descreve um produto alimentício funcional que nesse sentido, é descrito um queijo cremoso obtido a partir de leite de cabra e grãos de kefir, que se caracteriza por utilizar em sua formulação as matérias-primas: leite de cabra, grãos de kefir e sal. Esses ingredientes, associados, proporcionam um produto com elevada qualidade nutricional e ótima aparência, representando uma boa fonte de proteínas, cálcio, magnésio e fósforo, além de baixo teor de lipídios e lactose.

VANTAGENS DA INVENÇÃO

[00016] A presente invenção apresenta como principais vantagens:

- ✓ Fornecer um produto alimentício utilizando matéria-prima regional e de boa digestibilidade e tolerância;
- ✓ Proporcionar um produto alimentício capaz de fornecer um aporte de macronutrientes, principalmente de proteínas, baixo teor de lipídios e carboidratos, com baixo valor energético total e reduzido teor de lactose aos seus consumidores;
- ✓ Propiciar um produto alimentício com boa fonte de cálcio e magnésio e excelente fonte de fósforo;
- ✓ Oferecer um produto alimentício funcional e saudável que é obtido por meio de um processo constituído por simples etapas de execução.

DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[00017] A invenção será descrita em uma realização preferencial, assim, para melhor entendimento, serão feitas referências às figuras:

- ✓ Figura 1: Fluxograma do processo de obtenção do queijo utilizando leite de cabra e grãos de kefir;
- ✓ Figura 2: Matérias-primas utilizadas para elaboração do queijo utilizando leite de cabra e grãos de kefir;

[00018] Para a obtenção do “queijo funcional” com leite de cabra e grãos de kefir (Fig. 1), inicialmente o leite foi descongelado sob refrigeração e após, submetidos à pasteurização lenta à temperatura de 62 - 65°C por período de 30 minutos e resfriado a 35°C, temperatura ideal para início do processamento do queijo.

[00019] Para obtenção do filtrado de kefir utilizou-se 50 g dos grãos de kefir em um litro de leite de cabra. Após o período de fermentação, 24 h, em temperatura ambiente, os grãos foram separados da bebida fermentada, por filtração, com uma peneira de plástico, e, posteriormente, utilizados para inoculação em um novo substrato. O filtrado foi transferido para um recipiente e armazenado na geladeira, permanecendo por 24 horas, até a produção do queijo.

[020] Assim, a formulação de queijo foi elaborada a partir da coagulação ácida do leite de cabra por meio da utilização de grãos de kefir. Foram acrescentados grãos de kefir no leite. Após a coagulação foi feito o corte da coalhada e em seguida a separação dos grãos, seguida do processo de dessoragem por 24h sob refrigeração e armazenamento.

[021] Assim, o “queijo” com leite de cabra e grãos de kefir constitui-se de:

- ✓ Leite caprino: numa proporção de 20- 50 % do produto;
- ✓ Filtrado de kefir: numa proporção de 20- 50 % do produto;
- ✓ Sal: numa proporção de 0,1- 0,5 % do produto;

[022] A partir do exposto, entende-se que o “QUEIJO FUNCIONAL ADICIONADO DE LEITE DE CABRA E GRÃOS DE KEFIR E SEU PROCESSO DE OBTENÇÃO”, bem como o SEU PROCESSO DE OBTENÇÃO, são merecedores do privilégio de patente de invenção.

REIVINDICAÇÕES

I. “QUEIJO COM BAIXO TEOR DE LACTOSE UTILIZANDO LEITE DE CABRA E GRÃOS DE KEFIR” **caracterizado por** se constituir de Leite caprino (numa proporção de 20-

50 % do produto), Filtrado de kefir (numa proporção de 20- 50 % do produto) e Sal (numa proporção de 0,1- 0,5 % do produto).

II. “QUEIJO COM BAIXO TEOR DE LACTOSE UTILIZANDO LEITE DE CABRA E GRÃOS DE KEFIR, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado por** pasteurização do leite e obtenção do filtrado de kefir, através da fermentação dos grãos no leite por um período de 24 horas.

III. PROCESSO DE OBTENÇÃO DE “QUEIJO COM BAIXO TEOR DE LACTOSE UTILIZANDO LEITE DE CABRA E GRÃOS DE KEFIR **caracterizado por** se iniciar com a pasteurização do leite de cabra e obtenção do filtrado de kefir. Seguindo a obtenção das matérias-primas nas seguintes proporções: Leite caprino numa proporção de 20- 50 % do produto, Filtrado de kefir: numa proporção de 20- 50 % do produto, Sal: numa proporção de 0,1- 0,5 do produto. Todos os ingredientes em suas devidas proporções foram misturados e após a coagulação acida do leite foi realizado o corte da coalhada seguido do processo de dessoragem sob refrigeração por 24h, prensagem e armazenamento do queijo.