



Ministério da Educação e Cultura - MEC
Universidade Federal do Piauí – UFPI
Pró-Reitoria de Ensino e Pós-Graduação – PRPG
Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição -
PPGAN

TESE DE DOUTORADO

**DESENVOLVIMENTO E
CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL,
NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE
CREPES SUÍÇO ELABORADOS A
PARTIR DE FARINHA INTEGRAL
DE FEIJÃO-CAUPI**

ADOLFO MARCITO CAMPOS DE OLIVEIRA

TERESINA
2022

ADOLFO MARCITO CAMPOS DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL,
NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE CREPES SUÍÇO
ELABORADOS A PARTIR DE FARINHA INTEGRAL DE
FEIJÃO-CAUPI**

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 Doutor em Alimentos e Nutrição.

Orientador: Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha

Co-orientadora: Prof^ª. Titular Dra. Regilda Saraiva dos Reis Moreira
Araújo

ESTE EXEMPLAR
CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA TESE DEFENDIDA PELO
ALUNO ADOLFO MARCITO
CAMPOS DE OLIVEIRA E
ORIENTADA PELO PROF. DR.
MAURISRAEL DE MOURA
ROCHA

TERESINA
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Setorial do CCS
Serviço de Processamento Técnico

O48d Oliveira, Adolfo Marcito Campos de.
Desenvolvimento e caracterização sensorial, nutricional e funcional de crepes suíço elaborados a partir de farinha integral de feijão-caupi / Adolfo Marcito Campos de Oliveira. -- Teresina, 2022.
138 f. : il.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, 2022.

Orientação : Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha.

Bibliografia

1. *Vigna unguiculata*. 2. Composição centesimal. 3. Minerais. 4. Compostos bioativos. 5. Capacidade antioxidante. 6. Crepe no palito. I. Rocha, Maurisrael de Moura. II. Título.

CDD 664

Elaborada por Fabíola Nunes Brasilino CRB 3/ 1014

ADOLFO MARCITO CAMPOS DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL,
NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE CREPES SUÍÇO
ELABORADOS A PARTIR DE FARINHA INTEGRAL DE
FEIJÃO-CAUPI**

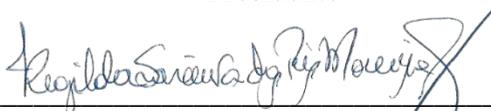
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da Universidade Federal do Piauí como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Alimentos e Nutrição.

DATA DA DEFESA: 30/05/2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha (Embrapa Meio-Norte)
Presidente



Prof^a. Titular Dr^a. Regilda Saraiva dos Reis Moreira Araújo (UFPI)
Co-orientadora



Prof^a. Dr^a. Amanda de Castro Amorim Serpa Brandão (UFPI)
1º Examinador

Bárbara Verônica Cardoso de Souza

Prof^a. Dr^a. Bárbara Verônica Cardoso de Souza (UFPI)
2º Examinador

Rosana Martins Carneiro

Prof^a. Dr^a. Rosana Martins Carneiro (IFPI)
3º Examinador

Stella Regina Arcanjo Medeiros

Profa. Dr^a. Stella Regina Arcanjo Medeiros (UFPI)
4º Examinador

A todos os pesquisadores, profissionais da educação e da saúde pela bravura e superação diante de tantas adversidades encontradas pela pandemia.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus, o criador**, por ter me permitido concluir mais uma etapa profissional com saúde e sabedoria.

À **Universidade Federal do Piauí (UFPI), Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Departamento de Nutrição**, pelo ensino proporcionado a sociedade e o apoio necessário dispensado ao aluno para que este amplie seu aprendizado em todas as esferas, principalmente na extensão e pesquisa.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) e todo corpo docente**, por promover com habilidade os requisitos necessários para que possamos alcançar os nossos objetivos e atingir a titulação de mestre e doutor em **Alimentos e Nutrição**.

À **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Meio-Norte**, no Piauí, e a **Embrapa Agroindústria de Alimentos**, no Rio de Janeiro-RJ, pelo apoio através do fornecimento das amostras e dos laboratórios para as pesquisas, além da parceria com os seus pesquisadores ao longo desses últimos cinco anos.

Ao **Centro Universitário Santo Agostinho (UNIFSA)**, em nome da **Pró-Reitora de ensino, Antonieta Lira**, que sempre nos apoiou para o aprimoramento e crescimento profissional. Aos colegas **coordenadores e professores** que sempre me incentivaram e a toda **equipe de profissionais** pela logística proporcionada no desempenho do meu trabalho.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Maurisrael de Moura Rocha**, pesquisador da Embrapa-Meio-Norte e professor do PPGAN/UFPI pelas valiosas orientações, pela paciência e persistência ao permanecer nessa longa caminhada de desafios muitas vezes tortuosos. Obrigado por ter resistido em momentos tão desafiadores. Minha eterna gratidão e admiração!

À minha querida **Professora e Pró-Reitora de Pós-graduação da UFPI e coorientadora Dr^a. Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo**, pelo apoio desde minha primeira especialização, do mestrado e do doutorado em Alimentos e Nutrição. O contato com o LABROMBIOQ há mais de 10 anos, me fez trilhar na arte das metodologias analíticas em alimentos e trazendo ao longo desse tempo, amadurecimento e segurança profissional. Tenho muita gratidão! A sua competência, determinação e garra ganhou minha eterna admiração!

Aos **funcionários do Departamento de nutrição da UFPI**, que sempre se propuseram de forma atenciosa e prestativa a nos ajudar com seus serviços indispensáveis para a manutenção da qualidade das atividades desenvolvidas. Meu muito obrigado, em especial, a **Dona Maísa e Seu Osvaldo!**

As minhas companheiras de **turma de doutorado PPGAN-2017**, Célia de Moura Fé Campos (querida Profa. Clélia), Marta Maria da Silva Lira Batista, Daniele Rodrigues de Carvalho Caldas, Sarah de Melo e Larissa Cristina Fontenelle, pelos desafios ultrapassados, amizade desenvolvida, trabalhos realizados, tristezas e alegrias compartilhadas. Meu muito obrigado!

As garotas do **LABROMBIOQ**, Ana Karine de Oliveira, Bruna Abreu, Debóra Thaís Sampaio, Maria Fabrícia Beserra e Maria Lícia Lopes, a ajuda e o apoio de vocês foi fundamental na execução das análises realizadas neste laboratório.

E finalmente, aos meus pais **Antônio Jury e Ana Madeira Campos** pela base, ensinamentos e apoio incondicional aos estudos: Gratidão!

Obrigado a todos por tudo e por tanto!

“A única jornada impossível é aquela que você nunca começa.”

(Tony Robbins)

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL, NUTRICIONAL E FUNCIONAL DE CREPES SUÍÇO ELABORADOS A PARTIR DA FARINHA INTEGRAL DE FEIJÃO-CAUPI

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica na região Nordeste do Brasil, sendo o tipo de feijão mais cultivado e consumido, representando a principal fonte de proteína vegetal de baixo custo das populações rural e urbana dessa região. Além disso, o seu grão apresenta teores consideráveis de carboidratos, fibras alimentares, minerais, vitaminas, polifenóis e a atividade antioxidante, atuando no combate à desnutrição e contribuindo para a melhoria da saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar sensorialmente, nutricionalmente e funcionalmente crepes suíços elaborados a partir da farinha integral de feijão-caupi. No primeiro capítulo da tese foi realizado uma revisão bibliográfica contextualizando o tema com informações sobre o feijão-caupi como cultura e alimento, com informações sobre sua origem, classificação taxonômica, importância socioeconômica, cultivo, mercado, consumo, importância nutricional e funcional e desenvolvimento de novos produtos alimentícios. O segundo capítulo da tese correspondeu aos resultados e discussão e foi apresentado no formato de três artigos científicos: os dois primeiros artigos destinaram-se a caracterizar a composição centesimal, minerais, antinutrientes, qualidade de cozimento, compostos bioativos, atividade antioxidante e a cor do tegumento do grão de três cultivares comerciais de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique) para potencial uso da farinha integral de feijão-caupi (FFC) dessas cultivares como ingrediente na elaboração de novos produtos alimentícios. As cultivares foram analisadas quanto a composição centesimal, valor energético total (VET), minerais, compostos bioativos (fibras alimentares, ácidos fenólicos totais, flavonoides totais), fatores antinutricionais (taninos condensados e ácido fítico) e atividade antioxidante (método DPPH). Os resultados evidenciaram que as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique representam excelentes fontes de fibras alimentares, proteínas, minerais, polifenóis e apresentam alta atividade antioxidante, enquanto a cultivar BRS Inhuma destacou-se

em teor de carboidratos, VET e baixos fatores antinutricionais. O terceiro artigo teve como objetivo desenvolver e caracterizar sensorialmente, nutricionalmente e funcionalmente crepes suíço a base de FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique. Os crepes foram elaborados a partir da substituição parcial (10%) da farinha de trigo por farinha dessas duas cultivares de feijão-caupi; os crepes foram analisados quanto a composição centesimal, valor energético total (VET), minerais, compostos bioativos (fibras alimentares, ácidos fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados) e atividade antioxidante (método DPPH). Os resultados evidenciaram que o crepe suíço elaborado a partir da FFC da cultivar BRS Xiquexique apresentou qualidade nutricional, funcional e sensorial, constituindo-se em uma excelente opção para a alimentação de crianças na merenda escolar, podendo levar a melhorias na saúde desses consumidores. O terceiro capítulo da tese correspondeu às considerações finais.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Composição centesimal; Minerais; Compostos bioativos; Capacidade antioxidante; Crepe no palito.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION SENSORY, NUTRITIONAL AND FUNCTIONAL OF SWISS CREPES MADE FROM THE WHOLE COWPEA FLOUR

Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a legume of great socioeconomic importance in the Northeast region of Brazil, being the most cultivated and consumed type of bean, representing the main source of low-cost vegetable protein for rural and urban populations in this region. In addition, its grain has considerable levels of carbohydrates, dietary fibers, minerals, vitamins, bioactive compounds, and antioxidant activity, acting in the fight against malnutrition and contributing to the improvement of consumer health. The objective of this work was to develop and characterize sensorially, nutritionally and functionally Swiss crepes made from whole cowpea flour. In the first chapter of the thesis, a bibliographic review was carried out, contextualizing the theme with information about cowpea as a crop and food, with information regarding the state of the art of its origin, taxonomic classification, socioeconomic importance, cultivation, market, consumption, importance nutritional and functional and development of new food products. The second chapter of the thesis corresponded to the results and discussion and was presented in the format of three scientific articles: the first two articles aimed to characterize the proximate composition, minerals, antinutrients, cooking quality, bioactive compounds, antioxidant activity and the color of the tegument the grain of three commercial cowpea cultivars (BRS Aracê, BRS Inhumana and BRS Xiquexique) for potential use of cowpea whole flour (FFC) of these cultivars as an ingredient in the elaboration of new food products; cultivars were analyzed for proximate composition, total energy value (TEV), minerals, bioactive compounds (total phenolic acids, total flavonoids), antinutritional factors (condensed tannins and phytic acid) and antioxidant activity (DPPH method); the results showed that the cultivars BRS Aracê and BRS Xiquexique represent excellent sources of dietary fiber, proteins, minerals, bioactive compounds and have high antioxidant activity, while the cultivar BRS Inhumana stood out in terms of carbohydrates,

VET and low anti-nutritional factors. The third article aimed to develop and characterize sensorially, nutritionally and functionally Swiss crepes based on FFC BRS Aracê and BRS Xiquexique; the crepes were made by partially replacing (10%) wheat flour with flour from these two cowpea cultivars; crepes were analyzed for proximate composition, total energy value (TEV), minerals, bioactive compounds (total phenolic acids, total flavonoids, and condensed tannins) and antioxidant activity (DPPH method). The results showed that the Swiss crepe made from the FFC of the cultivar BRS Xiquexique presented a nutritional, functional and sensorial profile, constituting an excellent option for feeding children in school lunches, which can lead to improvements in the health of these consumers. The third chapter of the thesis corresponded to the final considerations.

Keywords: *Vigna unguiculata*; Proximate composition; Minerals; Bioactive compounds; Antioxidant capacity; Crepe on a stick.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - CONTEXTUALIZAÇÃO TEMÁTICA

| | |
|--|----|
| Figura 1. Produção (tons.) dos 10 países maiores produtores mundiais de feijão-caupi no ano de 2020..... | 30 |
| Figura 2. Produção (tons.) dos 10 municípios maiores produtores de feijão-caupi do Estado do Piauí na safra 2020/2021..... | 31 |
| Figura 3. Subclasses comerciais (A: Branco liso, B: Branco rugoso, C: Fradinho, D: Branco olho marrom, E: Branco olho vermelho, F: Preto brilhoso, G: Preto fosco, H: Mulato liso, I: Mulato rugoso, J: Canapu, K: Sempre-verde, L: Verde, M: Vinagre, N: Azulão, O: Corujinha e P: Rajado) de feijão-caupi segundo a classificação proposta por Freire (2011)..... | 34 |

ARTIGO 2

Caracterização de compostos bioativos, atividade antioxidante e cor do tegumento do grão em feijão-caupi

| | |
|---|-----|
| Figura 1. Amostras de sementes das cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê (A), BRS Inhumá (B) e BRS Xiquexique (C)..... | 105 |
| Figura 2. Correlação de Pearson entre os parâmetros de cor do tegumento do grão (L^* , a^* e b^*), fenólicos totais (FENO), flavonoides totais (FLAV), taninos condensados (TANI) e atividade antioxidante (AA) avaliados em três cultivares comerciais de feijão-caupi. *Significativo pelo teste t ($p < 0,05$)..... | 116 |

ARTIGO 3

Desenvolvimento de crepe suíço funcional a base de feijão-caupi: análise sensorial, nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Crepes suíços elaborados com adição de farinha integral das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê (à direita) e BRS Xiquexique (à esquerda)..... | 134 |
| Figura 2. Aceitação das formulações de crepes suíço elaborados com adição de farinha de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique... | 145 |

Figura 3. Porcentagem das respostas quanto a intenção de compra de crepes suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique.....146

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO TEMÁTICA

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Cultivares de feijão-caupi mais produzidas pelos agricultores e as principais características comerciais, nutricionais e de cozimento do grão..... | 41 |
| Tabela 2. Porcentagem de matérias-primas utilizadas nas formulações de crepes suíço padrão e com farinha integral de feijão-caupi (FFC) após testes organolépticos preliminares de laboratório..... | 54 |

CAPÍTULO II - RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1

Composição centesimal, minerais, taninos, fitatos e qualidade de cozimento de cultivares comerciais de feijão-caupi

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Composição centesimal e valor energético total (VET) de três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 79 |
| Tabela 2. Teores de minerais presentes nos grãos de três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 84 |
| Tabela 3. Teores de taninos condensados e ácido fítico em três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 89 |
| Tabela 4. Porcentagem de grãos cozidos de três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 92 |

ARTIGO 2

Caracterização de compostos bioativos, atividade antioxidante e cor do tegumento do grão em feijão-caupi

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Características dos grãos das cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê, BRS Inhumá e BRS Xiquexique..... | 105 |
| Tabela 2. Teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e capacidade antioxidante dos grãos integrais de três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 110 |
| Tabela 3. Parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) avaliados no tegumento do grão de três cultivares comerciais de feijão-caupi..... | 114 |

ARTIGO 3

Desenvolvimento de crepe suíço funcional a base de feijão-caupi: análise sensorial, nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante

| | |
|---|-----|
| Tabela 1. Porcentagem de matérias-primas utilizadas nas formulações de crepes suíço padrão e com adição de 10% de farinha integral de feijão-caupi (FFC) após testes organolépticos preliminares..... | 133 |
| Tabela 2. Resultados médios obtidos no teste de aceitação, utilizando a escala hedônica de nove pontos, de duas formulações de crepe suíço elaboradas com adição de FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique..... | 144 |
| Tabela 3. Teste pareado de preferência entre as formulações de crepes suíço elaboradas com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Aracê e BRS Xiquexique..... | 147 |
| Tabela 4. Composição química e VET de crepe-suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique e o percentual de alguns nutrientes no cumprimento da ingestão diária recomendada (IDR) ou valor diário de referência (VDR)..... | 149 |
| Tabela 5. Teores de minerais do crepe suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique e o percentual de cumprimento da ingestão diária recomendada (IDR) para crianças entre 4 e 6 anos..... | 153 |
| Tabela 6. Teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e atividade antioxidante (método DPPH) de crepe-suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique..... | 155 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-------------------------------|--|
| ANOVA | Análise de variância |
| AlCl ₃ | Cloreto de Alumínio |
| AOAC | <i>Association of Official Analytical Chemists</i> |
| CA | Capacidade Antioxidante |
| Ca | Cálcio |
| CIE | <i>Commission Internationale de l'Eclairage</i> |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| Cu | Cobre |
| DCNTs | Doenças crônicas não transmissíveis |
| DPPH | 2,2-Difenil-1-picrilidrazil |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| EC | Equivalente a Catequina |
| EQ | Equivalente a Quercetina |
| FAOSTAT | <i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i> |
| FAT | Fibra Alimentar Total |
| FAS | Fibra Alimentar Solúvel |
| FAI | Fibra Alimentar Insolúvel |
| FENO | Fenólicos Totais |
| FFC | Farinha integral de Feijão-caupi |
| Fe | Ferro |
| FLAV | Flavonoides Totais |
| g | Gramas |
| GAE | Equivalente a Ácido Gálico |
| h | Hora |
| ha | Hectare |
| HCl | Ácido Clorídrico |
| HNO ₃ | Ácido nítrico |
| H ₂ O ₂ | Peróxido de hidrogênio |
| ICP | <i>Inductive Couple Plasma</i> |
| IDR | Ingestão Diária Recomendada |
| K | Potássio |
| kcal | Kilocaloria |
| L | Litro |
| LABROMBIOQ | Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos |

| | |
|-------------------|--|
| Mg | Magnésio |
| Mn | Manganês |
| mL | Mililitro |
| µL | Microlitro |
| µg | Micrograma |
| Na | Sódio |
| NaNO ₂ | Nitrito de Sódio |
| NaOH | Hidróxido de Sódio |
| POP | Procedimento operacional padrão |
| PSI | Pounds per Square Inch |
| P | Fósforo |
| TANI | Taninos Condensados |
| ton | Toneladas |
| TEAC (ETCA) | Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox |
| SAS | <i>Statistical Analysis System</i> |
| SIS | Serviço Escola Integrado de Saúde Carolina Freitas Lira |
| Se | Selênio |
| UI | Unidade Internacional |
| UV-VIS | Ultravioleta visível |
| VET | Valor Energético Total |
| v/v | Volume/volume |
| Zn | Zinco |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 25 |
| CAPÍTULO I | 27 |
| CONTEXTUALIZAÇÃO TEMÁTICA | 27 |
| 1 REVISÃO DA LITERATURA | 29 |
| 1.1 Feijão-caupi | 29 |
| 1.1.1 Classificação botânica, origem e importância mundial | 29 |
| 1.1.2 Introdução, cultivo e produção no Brasil | 30 |
| 1.1.3 Importância socioeconômica no Brasil | 33 |
| 1.1.4 Mercado, comércio e consumo no Brasil | 33 |
| 1.1.5 Qualidade nutricional do grão | 35 |
| 1.1.6 Qualidade funcional do grão | 37 |
| 1.1.7 Qualidade tecnológica do grão | 39 |
| 1.1.8 Melhoramento e desenvolvimento de cultivares | 40 |
| 1.1.9 Desenvolvimento de novos produtos | 41 |
| 2 OBJETIVOS | 44 |
| 2.1. Geral | 44 |
| 2.2 Específicos | 44 |
| 3 METODOLOGIA | 45 |
| 3.1 Obtenção da matéria prima | 45 |
| 3.2 Preparo das amostras | 45 |
| 3.3 Análises químicas | 45 |
| 3.3.1 Composição centesimal | 45 |
| 3.3.1.1 Umidade | 46 |
| 3.3.1.2 Cinzas | 46 |
| 3.3.1.3 Lipídios | 46 |
| 3.3.1.4 Proteínas | 47 |
| 3.3.1.5 Fibras alimentares | 47 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.1.6 Carboidratos | 48 |
| 3.3.2 Valor energético total | 48 |
| 3.3.3 Minerais | 48 |
| 3.3.3.1 Fósforo (P) | 48 |
| 3.3.3.2 Sódio (Na) e potássio (K) | 49 |
| 3.3.3.3 Cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn) e cobre (Cu)..... | 49 |
| 3.3.3.4 Ferro (Fe), zinco (Zn) e selênio (Se) | 49 |
| 3.3.4 Compostos bioativos | 50 |
| 3.3.4.1 Fenólicos totais | 50 |
| 3.3.4.2 Flavonoides totais | 51 |
| 3.3.5 Atividade antioxidante..... | 51 |
| 3.3.6 Fatores antinutricionais..... | 51 |
| 3.3.6.1 Taninos condensados | 52 |
| 3.3.6.2 Ácido fítico | 52 |
| 3.4 Cor do tegumento do grão | 52 |
| 3.5 Qualidade de cozimento | 53 |
| 3.6 Formulação e desenvolvimento de crepes suíço..... | 53 |
| 3.6.1 Análise sensorial..... | 54 |
| 3.7 Análise estatística..... | 55 |
| 3.8 Aspectos éticos da pesquisa..... | 55 |
| REFERÊNCIAS | 56 |
| CAPÍTULO II..... | 65 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 67 |
| ARTIGO 1 | 67 |
| RESUMO..... | 68 |
| ABSTRACT | 69 |

| | |
|--|-----|
| INTRODUÇÃO | 70 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 72 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 78 |
| CONCLUSÕES | 93 |
| REFERÊNCIAS | 93 |
| ARTIGO 2 | 99 |
| RESUMO | 100 |
| ABSTRACT | 101 |
| INTRODUÇÃO | 102 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 104 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 109 |
| CONCLUSÕES | 120 |
| REFERÊNCIAS | 121 |
| ARTIGO 3 | 126 |
| RESUMO | 127 |
| ABSTRACT | 128 |
| INTRODUÇÃO | 129 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 131 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 143 |
| CONCLUSÃO | 156 |
| REFERÊNCIAS | 156 |
| CAPÍTULO III | 165 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 165 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 167 |
| OUTRAS PRODUÇÕES | 181 |
| ANEXOS | 181 |
| ANEXO I - Curva padrão de ácido gálico para determinação dos compostos fenólicos totais | 183 |

| | |
|--|-----|
| ANEXO II – Curva padrão de quercetina para determinação de flavonoides totais..... | 184 |
| ANEXO III - Curva padrão de catequina para determinação de taninos condensados..... | 185 |
| ANEXO IV - Curva padrão de Trolox utilizada na análise da capacidade antioxidante pelo método DPPH..... | 186 |
| ANEXO V - Teste de Escala Hedônica | 187 |
| ANEXO VI - Teste Pareado – Preferência | 188 |
| ANEXO VII - Teste de Intenção de Compra | 189 |
| ANEXO VIII - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE | 190 |

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), popularmente conhecido como feijão-de-corda ou feijão macassar, é um alimento básico da população das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Além de gerar empregos e renda, a cultura do feijão-caupi contribui para a segurança alimentar de milhares de pessoas nessas regiões, sendo uma das principais fontes de proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, além de auxiliar no combate às doenças decorrentes da carência de nutrientes, principalmente na população mais necessitada.¹

De acordo com a CONAB², a área colhida, produção e produtividade do feijão-caupi no Brasil na safra 2020/2021 foi de 1.349.600 ha, 625.200 ton. e 463 kg ha⁻¹, respectivamente. A região Nordeste responde pela maior parte da produção nacional (56,46%), seguida pelas regiões Centro-Oeste (27,51%) e Norte (14,54%). Os estados com maior produção nessa safra foram Mato Grosso (150.600 ton.), Ceará (110.800 ton.), Bahia (82.500 ton.) e Piauí (59.400 ton.). No Piauí, os maiores produtores são os municípios de Baixa Grande do Ribeiro (5.023 ton.), Pio IX (2.020 ton.), Ribeiro Gonçalves (1.483 ton.), Santa Filomena (1.107 ton.) e Caldeirão Grande (990 ton.).³

No Brasil, três segmentos de mercado para o feijão-caupi se destacam: grãos secos, feijão-verde (vagem verde ou grão verde debulhado) e sementes. Além desses mercados, há ainda o de feijão-vagem (feijão-de-metro), do cultigrupo *Sesquipedalis*, com grande possibilidade de expansão, e os de feijão processado industrialmente, o qual está em fase inicial e com boas perspectivas.¹

Estudos têm demonstrado que existe variabilidade genética para a composição centesimal do grão (20-30%), teores de fibras alimentares (20-35%), inibidores de protease (2-4 UI / mg de proteína), lectina (40.000-640.000 UI / kg de farinha), níveis de aminoácidos essenciais e digestibilidade *in vitro* das proteínas (30-40%).⁴ Isso comprova que a variação genética varietal influenciam na

composição química dos grãos, mostram a necessidade de estudos sobre caracterização nutricional de novos genótipos, os mais recomendados para o desenvolvimento de cultivares adequadas ao processamento e elaboração de novos produtos alimentícios.

Entretanto, o feijão-caupi apresenta, assim como outras leguminosas, fatores antinutricionais cuja quantidade depende do genótipo e do ambiente circundante. Menciona-se a presença de pelo menos quatro fatores antinutricionais: inibidores de tripsina, taninos, ácido fítico e hemaglutinina. Do ponto de vista nutricional, o interesse em determinar a quantidade de ácido fítico deve-se principalmente à sua capacidade de formar complexos com minerais essenciais como cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), potássio (K), magnésio (Mg) e cálcio (Ca), o que diminui a absorção intestinal e a biodisponibilidade desses minerais para o homem, por este não possuir atividade fosfatase suficiente endógenas (fitases) que são capazes de liberar minerais da estrutura de fitato. Entre os compostos fenólicos, os taninos são considerados como antinutrientes por causa do efeito adverso na digestibilidade da proteína.^{5,6}

O consumo de feijão-caupi, principalmente de cultivares com tegumento do grão colorido, é benéfico na prevenção de doenças crônicas em humanos. Isso porque o grão contém compostos fenólicos que são benéficos para a saúde. Vários estudos têm evidenciado uma grande variabilidade genética para o teor de ácidos fenólicos totais flavonoides totais antocianinas, taninos condensados e atividade antioxidante.^{7,8,9,10}

A produção de farinhas de feijão-caupi para elaboração de massas representa uma opção para ampliar o consumo dessa leguminosa e inseri-la, principalmente, nas refeições de populações mais carentes, como, por exemplo, na alimentação escolar de crianças em escolas públicas. Além disso, a farinha pode ser empregada como um ingrediente parcial ou total na elaboração de produtos de rápido preparo, como sopas e mingaus, e ainda, de produtos prontos para o consumo, como pães, biscoitos e *snacks*.^{11,12,13,14,15} Muitos trabalhos têm sido conduzidos sobre o desenvolvimento de novos produtos alimentícios com o uso da farinha de feijão-caupi na formulação de massas, biscoitos, pão-de-forma, pão de-queijo, pizza, rocambole, dentre outros produtos, confirmando as inúmeras possibilidades e potencialidades dessa matéria-prima.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZAÇÃO TEMÁTICA

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 FEIJÃO-CAUPI

1.1.1 Classificação botânica, origem e importância mundial

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma planta Dicotyledonea, da ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, seção *Catyang*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*. Esta foi subdividida em quatro cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis*. No Brasil são cultivados os cultigrupos *Unguiculata*, para produção de grãos secos e verdes (feijão-verde), e *Sesquipedalis*, comumente chamado de feijão-de-metro, para produção de feijão-vagem.¹⁶

Estudos têm demonstrado que o feijão-caupi é uma leguminosa originária da África subsaariana, cultivada principalmente nas áreas de savana seca em consórcio com outras culturas como o milho, sorgo, amendoim e milho. É cultivado, também na Ásia, na África e na América do Sul, sendo considerado leguminosa de grande importância nas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Os seus grãos ricos em proteínas são consumidos em diferentes formas em várias partes dos trópicos.¹⁷

Os dez maiores produtores mundiais de feijão-caupi, de acordo com as estatísticas apresentadas pela FAOSTAT¹⁸ e complementada pela safra 2020/2021 fornecidos pela CONAB², em ordem decrescente, são: Nigéria (3.647.115 ton.), Níger (2.637.487 ton.), Burkina Faso (666.023 ton.), Brasil (625.200 ton.), Gana (204.607 ton.), Mali (199.763 ton.), Camarões (177.717 ton.), Sudão (148.205 ton.), República Unida da Tanzânia (139.555 ton.) e Mianma (111.345 ton.)

(Figura 1), os quais respondem juntos por cerca de 89,82% (9.526.844 ton.) do total de feijão-caupi produzido no mundo (Figura1). Logo, o Brasil ocupa o 4º lugar na lista dos maiores produtores mundiais.

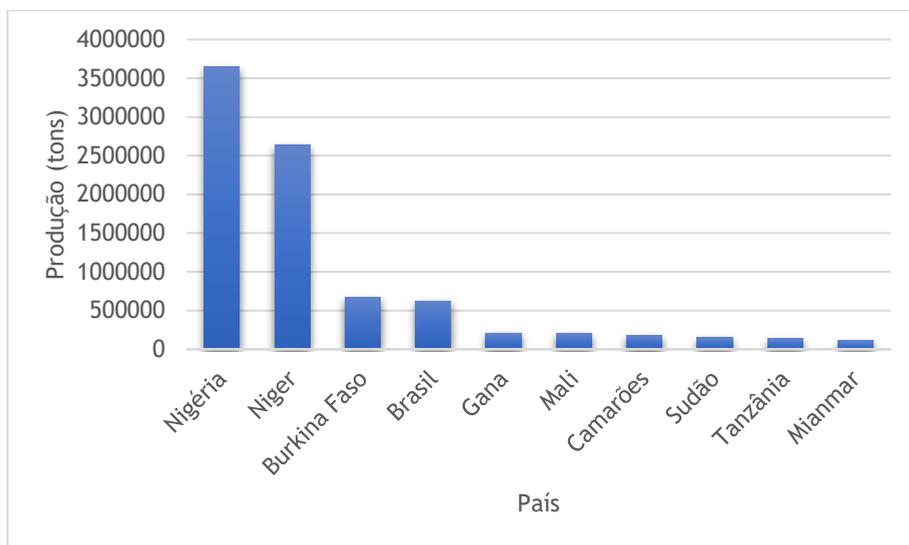


Figura 1. Produção (tons.) dos 10 países maiores produtores mundiais de feijão-caupi no ano de 2020.

Fonte: FAOSTAT (2021) e CONAB (2021).

1.1.2 Introdução, cultivo e produção no Brasil

A cultura do feijão-caupi foi inserida no Brasil na segunda metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia, e a partir daí, a espécie foi disseminada por todo o País. A variabilidade genética associada a seleção diferencial para cor, tamanho e forma do grão feita por agricultores contribuiu para o surgimento de vários nomes populares. De acordo com a região de cultivo podemos identificar diferentes nomes: Nordeste (Feijão macassar, Feijão-de-corda, Feijão-de-moita), Norte (Feijão-de-praia, feijão-da-colônia), Bahia (Feijão Catador), Bahia e norte de Minas Gerais (Feijão gurutuba), Maranhão (Trepapau), Sul da Bahia e Rio de Janeiro (Feijão Fradinho) e no Sul (Feijão Miúdo).¹⁶

Na região Norte, Estado do Pará, o feijão-caupi é bastante utilizado na culinária local e é chamado de manteiguinha, um tipo de feijão-caupi

de grãos de cor creme e muito pequenos. Já na região Nordeste o tipo fradinho é o preferido para o preparo do acarajé, comida típica do Estado da Bahia, conhecido em todo o Brasil.¹

Na safra brasileira 2020/2021, o feijão-caupi ocupou uma área de 1.349.600 ha, que resultou em uma produção de 625.200 ton. e 463 kg ha⁻¹ de produtividade. A região Nordeste tem a maior produção (353.000 ton.), seguido das regiões Centro-Oeste (172.000 ton.), Norte (90.900 ton.) e Sudeste (9.300 ton.), representando, respectivamente, 56,46%; 27,51%; 14,54% e 1,49% da produção de feijão-caupi no Brasil. Os maiores produtores nacionais são os estados do Mato Grosso (156.300 ton.), Ceará (110.800 ton.), Bahia (82.500 ton.), Piauí (59.400 ton.) e Pernambuco (32.100 ton.).²

No Piauí, a maior parte do cultivo de feijão-caupi é realizado na região semiárida (bioma Caatinga)³, em condições desfavoráveis de produção (escassez e irregularidade pluviométrica, solos de baixa fertilidade), por pequenos agricultores que utilizam baixo nível de tecnologia (cultivares locais e baixo ou nenhum uso de insumos agrícolas). No entanto, o feijão-caupi também é cultivado nos municípios que ocupam o bioma Cerrados, no sul do Estado, onde as condições de clima e solo são melhores (alta e regular pluviosidade e solos mais férteis) os agricultores utilizam alto nível de tecnologia (cultivares melhoradas e uso de insumos agrícolas). Os maiores produtores piauienses são apresentados na Figura 2.

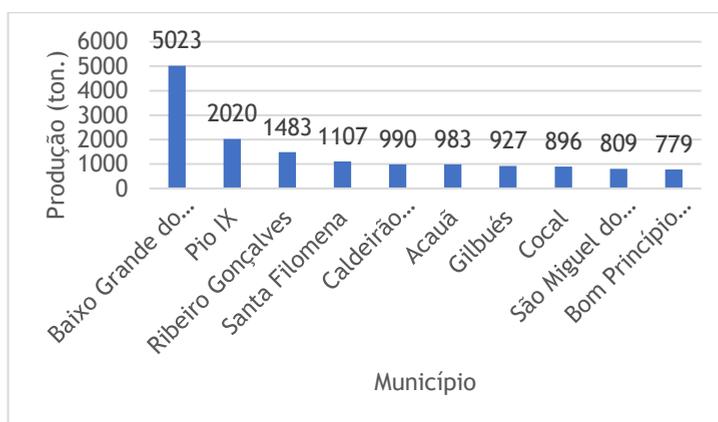


Figura 2. Produção (tons.) dos 10 municípios maiores produtores de feijão-caupi do Estado do Piauí na safra 2020/2021.

Fonte: LSPA (2021).

Na região Centro-Oeste, onde o feijão-caupi passou a ser cultivado em larga escala a partir de 2006, a produção provém principalmente de médios e grandes empresários que o cultivam de maneira tecnificada, o que possibilitou alcançar mercados com interesse nos mais diversos tipos de feijão-caupi, contribuindo para sua expansão no Brasil e no exterior. Nos cerrados, o feijão-caupi tem sido utilizado como opção para a segunda safra (safrinha), após o cultivo da soja e do arroz e em alguns locais, como cultura principal.¹⁹

O feijão-caupi é uma das opções de fonte de renda e alimento básico para população do nordeste brasileiro, na qual possui propriedades nutritivas consideradas ideais como fonte alimentar no combate à fome e à desnutrição. A maior produção provém da agricultura familiar (80%), porém, com uma baixa produtividade, que pode estar associado à falta de assistência técnica e de programas que estabeleçam a produção de sementes de qualidade para esses pequenos produtores.²⁰

Embora tivesse o cultivo restrito às regiões Norte e Nordeste do Brasil, realizado por pequenos e médios produtores e, geralmente, de base familiar com pouco uso de tecnologia, o feijão-caupi, nos últimos 10 anos teve o seu cultivo em franca expansão para outras regiões do país. Essa expansão tem ocorrido, principalmente, para as áreas de cerrados das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, onde tem sido cultivado na forma de safrinha por médios e grandes produtores, de base empresarial, com o uso da mesma tecnologia empregada no cultivo da soja.¹

Um dos aspectos que mais contribuiu para a expansão do cultivo de feijão-caupi nos cerrados foi o advento de cultivares apresentando arquitetura de planta mais compacta (porte ereto, ramos curtos, distribuição das vagens acima da folhagem), com ciclo de maturação precoce e mais uniforme. Estas características botânicas possibilitaram o cultivo totalmente mecanizado, e também, proporcionaram maior adoção por parte dos agricultores empresariais.²¹

A cultura do feijão-caupi é considerada de ciclo curto e, por isso, apresenta vantagem para o produtor, que o viabiliza um período menor, sem ter que renunciar à produção de outros grãos ainda no mesmo ano-safra. Nesse contexto, o Brasil possui três épocas distintas de plantio, o que possibilita a oferta constante do produto ao longo do ano. Dessa forma, tem-se o feijão de primeira safra (semeado entre agosto e

dezembro), o de segunda safra (cultivado entre janeiro e abril) e o de terceira safra (se meado de maio a julho). A maior produção vem dos cultivos realizados na segunda-safra que responde por 75,16% de toda a produção nacional da cultura, seguido da primeira safra (19,20%) e terceira safra (5,64%).²

1.1.3 Importância socioeconômica no Brasil

Considerando que a área (1.349.600 ha) e produção total (625.200 ton.) de feijão-caupi no Brasil na safra 2020/2021, e assumindo que 1 ha com essa cultura gera 0,8 empregos, que o consumo per capita/ano é de 18.21 kg²² (FEIJÃO, 2009) e que o preço médio histórico da saca de feijão é R\$ 80,00²³, em 2021 a cultura gerou 1.079.680 empregos, produziu um suprimento de alimentos para 34.332.784 pessoas e a sua produção gerou uma renda de R\$ 833.600.000,00.

1.1.4 Mercado, comércio e consumo no Brasil

É relativamente recente a incorporação do feijão-caupi em áreas tradicionais de produção de soja, arroz e milho, principalmente durante o segundo período de safra desse feijão (safrinha), o que tem provocado rápida expansão de seu cultivo. Alguns fatores positivos como a qualidade do grão, o valor nutricional e as demandas de mercado consumidor têm atraído a atenção de comerciantes, pessoas do agronegócio e distribuidores, fomentando assim a abertura de muitos e importantes mercados, inclusive no exterior.²⁴

O mercado do feijão-caupi no Brasil compreende grãos secos para os mercados interno e externo, sementes e vagens verdes e grãos verdes (frescos ou hidratados). Há um mercado potencial para produção de farinha, grãos para enlatamento e congelamento e vagens para salada. O mercado de grãos secos para o mercado interno é o que predomina no Brasil, no entanto, as exportações têm aumentado nos últimos três anos com a ampliação da área e a crescente adoção da cultura pelo agricultor empresarial, notadamente nos cerrados do Meio-Norte e Centro-Oeste do Brasil.^{1,25}

A comercialização do feijão-caupi é realizada a granel ou na forma de pacote. O primeiro ocorre mais nas feiras livres e o segundo é mais

comum em mercearias e supermercados. Um aspecto importante na comercialização do feijão-caupi empacotado é a qualidade, que deve estar isento de impureza e apresentar um bom aspecto visual ao consumidor. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento²⁶ tem elaborado normas técnicas mais rígidas para o segmento de empacotamento, visando melhorar a qualidade do feijão-caupi empacotado. Outro ponto relevante a ser observado na comercialização do feijão-caupi são as classes e subclasses comerciais (Figura 3).



Figura 3. Subclasses comerciais (A: Branco liso, B: Branco rugoso, C: Fradinho, D: Branco olho marrom, E: Branco olho vermelho, F: Preto brilhoso, G: Preto fosco, H: Mulato liso, I: Mulato rugoso, J: Canapu, K: Sempre-verde, L: Verde, M: Vinagre, N: Azulão, O: Corujinha e P: Rajado) de feijão-caupi segundo a classificação proposta por Freire (2011).

A classe branco, constituído das subclasses branco liso, branco rugoso, fradinho, olho-marrom e olho-vermelho, é a que tem sido mais comercializada no Brasil e a que apresenta maior perspectiva para a exportação. As cultivares pertencentes à classe comercial cores,

subclasses mulato liso, mulato rugoso, canapu, sempre verde, verde, manteiga, vinagre, azulão, corujinha e rajado, requerem atenção especial no que diz respeito à cor dos grãos, pois representa um fator determinante de preço no mercado. A classe preto, subclasses preto brilhoso e preto fosco, apresentam potencial para uso em pratos típicos, a exemplo da tradicional feijoada. Os grãos das cultivares pertencentes às subclasses sempre-verde, canapu e mulato, bastante valorizados e aceitos no mercado nordestino, apresentam valores diferenciais de acordo com a idade do grão; grãos mais novos, portanto, mais claros, têm melhor preço no mercado, relativamente àqueles mais velhos ou escuros. A idade dos grãos também influencia no tempo de cozimento e é fator determinante de consumo.^{1,16,27}

Embora as sementes de *Vigna* apresentem conteúdo rico em proteínas, alta concentração em minerais (cálcio, potássio, ferro, zinco e cobre, características agronômicas positivas como resistência à seca e fácil adaptação a solos pobres, ainda são pouco consumidas. E, certamente, a falta de informação sobre as propriedades tecnológicas, nutricionais e nutracêuticas dessas sementes seja a maior causa para o baixo consumo.²⁸

Ainda, tem-se observado baixo consumo de feijão no Brasil relacionado, principalmente, à fatores socioeconômicos da população. Além disso, as mudanças nos hábitos alimentares da sociedade provocada pelo acelerado processo de urbanização, principalmente entre as faixas mais jovens que têm preferências por alimentação do tipo *fast food*, têm colaborado para esse baixo consumo de feijão no País.

É indispensável que o consumidor tenha à sua disposição produtos novos e, para tal, é fundamental a criação e inovação de mecanismos de comercialização de feijão como meio de sustentação econômica e social da produção e do consumo.²⁹ A ampliação do mercado de feijão-caupi é promissora, principalmente para o atendimento ao mercado de produtos processados, bem como a sua inclusão na merenda escolar, refeições coletivas e cestas básicas.

1.1.5 Qualidade nutricional do grão

Entre as leguminosas, o feijão-caupi pode ser considerado importante fonte alimentícia por conter bons níveis de energia,

proteínas, vitaminas e minerais, possuindo um teor proteico em torno de 20% a 30%. Destaca-se pela quantidade significativa de aminoácidos essenciais, principalmente de lisina, no entanto é pobre em aminoácidos sulfurados, metionina e cisteína. Excelente fonte de vitaminas hidrossolúveis como tiamina, niacina, riboflavina, piridoxina e folacina, e minerais, como ferro, zinco e fósforo. Porém, esses teores nutricionais podem variar de acordo com a manipulação genética, práticas agronômicas, manejo pós-colheita e de armazenamento, idade das sementes e tratamento no processo aplicado na preparação das sementes para o consumo humano.^{30,31}

Por isso, o feijão-caupi constitui-se em importante fonte alimentar de ferro, zinco e proteínas em muitos países do mundo, incluindo o continente Africano e a América Latina. Tem sido uma opção como alimento, por apresentar biodisponibilidade de ferro equivalente a 16,38% contra 15,53% do feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), maior teor de zinco e alto teor protéico, que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento normal das crianças.⁵

Além de uma importante fonte de proteínas, ferro e zinco, o feijão-caupi também possui outros minerais essenciais (Ca, Cu, K, Mg, Mn, Na e P, por exemplo), vitaminas (A, C, B5, B6 e B9), carboidratos e antioxidantes, como os compostos fenólicos, que são fundamentais para a saúde, crescimento e desenvolvimento humano.³² Outras pesquisas demonstraram a baixa atividade inibitória de tripsina e, apesar de reduzido teor lipídico, contém alta proporção de ácidos graxos insaturados.³¹

Um estudo conduzido por Oliveira³³ mostrou a composição centesimal e mineral de várias linhagens de feijão-caupi, com destaque para as linhagens MNC06-901-14 e MNC06-907-30 (proteínas, cinzas e lipídios), MNC06-909-55 (magnésio, fósforo, potássio, ferro, zinco, cobre, manganês), MNC06-907-35 (cálcio) e MNC06-909-54 (sódio), salientou, também, que essas linhagens apresentam excelentes características nutritivas, demonstrando que parte das necessidades diárias de um adulto sadio pode ser suprida com a inserção do feijão-caupi na alimentação.

Pereira³⁴, analisou alguns genótipos de feijão-caupi e aqueles que possuíam um teor proteico acima de 25% apresentaram uma boa digestibilidade *in vitro* (cerca de 70%) e bom perfil de aminoácidos, inclusive os sulfurados, e quando comparados com a soja foram

encontrados níveis baixos ou moderados de fatores tóxicos e antinutricionais nos genótipos que se destacaram em teores de proteína, ferro e zinco.

Como na maioria das sementes de leguminosas, a principal fração proteica das sementes de feijão-caupi é representada por globulinas, responsáveis por 51 a 72% do total de proteínas. O tipo de proteína mais representado é a β -vignina, que pertence à família das globulinas 7S ou do tipo vicilina. Resultados recentes mostraram um efeito hipocolesterolêmico em ratos específico de doses orais de β -vignina isoladas a partir do grão de feijão-caupi. Além disso, é uma opção mais acessível de proteína (25,0-29,5 g 100g⁻¹ de MS), carboidratos (69,4-85,9 g 100g⁻¹ de MS), minerais e vitaminas, nutrientes essenciais para uma dieta humana equilibrada. Seu alto valor nutritivo, associado a baixo teor de gordura e alto teor de proteínas e fibras, sugere sua potencial aplicação em dietas de restrição de peso e prevenção de doenças cardiovasculares.^{28,35}

1.1.6 Qualidade funcional do grão

Os estudos sobre compostos antioxidantes em alimentos têm sido bastante difundidos na atualidade, tendo em vista a magnitude da atuação destes na prevenção de doenças e promoção da saúde, associado ao retardamento ou inibição dos danos oxidativos, sendo de grande importância a identificação destes antioxidantes para utilização em seres humanos.³⁶

Nessa perspectiva, vários estudos têm mostrado que o consumo de leguminosas reduz potencialmente o risco de doenças crônicas, como acidente vascular cerebral, diabetes tipo II, cardiovascular e câncer gastrointestinal. Além das fibras dietéticas, esses grãos são ricos em compostos fenólicos que são resistentes à oxidação e protegem as células de danos celulares o que resulta na prevenção contra riscos de doenças degenerativas, em razão às atividades antioxidante, antiinflamatórias, antialérgicas e anticarcinogênicas.^{35,37}

No feijão-caupi os compostos fenólicos concentram-se no tegumento dos grãos, contribuindo para a coloração das sementes desta leguminosa. Dentre os polifenóis presentes no feijão-caupi, citam-se os ácidos fenólicos, flavonoides, antocianinas e taninos. Porém, a quantidade de compostos fenólicos e as propriedades funcionais do

feijão-caupi podem variar de acordo com a cultivar analisada e o processamento térmico empregado. Diversos estudos têm identificado quantidades consideráveis desses compostos^{8,10,37,38} e mostram que o cozimento pode reduzir ou aumentar significativamente os níveis desses compostos e a atividade antioxidante, dependendo da cultivar e do tipo composto fenólico.^{10,39,40,41}

Compostos fenólicos foram identificados e quantificados nos grãos de feijão-caupi germinados, sendo identificados em grãos brancos de feijão-caupi: vanilinas e os ácidos cafeico, siríngico, ferúlico, sinápico, p-cumárico, benzóico, elágico e cinâmico, com maior quantidade do ácido benzóico. O estudo também revelou que o processo de germinação quase que triplicou a quantidade desses compostos, quando comparados aos grãos não germinados e aumentou a atividade antioxidante.³⁷

Um estudo conduzido com as cultivares brasileiras de feijão-caupi BRS Marataoã, BR 17 - Gurguéia, BRS Itaim, BRS Cauamé e BRS Guariba comprovou que o processamento térmico provocou uma diminuição nos teores de fenólicos totais. A cultivar BRS Marataoã destacou-se com os maiores teores de polifenóis totais e flavonoides totais nos grãos crus, cozidos e o caldo do feijão; já a cultivar BRS Itaim, maiores teores de taninos condensados e antocianinas totais. Maior atividade antioxidante foi apresentada pela cultivar BRS Marataoã sem e com tratamento térmico.⁴¹

O processamento térmico também reduziu o conteúdo de fenólicos totais, o conteúdo de flavonoides total e a capacidade antioxidante em outros dois estudos, sendo um conduzido com quatro cultivares na Índia⁴² (YADAV et al., 2019) e outro desenvolvido no Brasil com as cultivares BRS Aracê e BRS Tumucumaque⁶ (BARROS et al., 2021). Neste último, foi percebido que a bioacessibilidade de fenólicos totais flavonoides e atividade antioxidante (métodos ABTS e FRAP) diminuiu com o processamento térmico, antes e após digestão *in vitro*.

No entanto, dependendo do genótipo e do estágio de maturação do grão (seco ou imaturo), os teores desses compostos e a atividade antioxidante podem diminuir ou aumentar com o processamento térmico. Vieira, Bezerra e Santos¹⁰, ao analisarem os grãos imaturos de nove cultivares de feijão-caupi para os teores de clorofila, carotenoides, ácido ascórbico, antocianinas, compostos fenólicos, flavonoides e atividade antioxidante (método DPPH), demonstraram que todas as

cultivares, com exceção da BR 17-Gurguéia, tiveram aumento da atividade antioxidante com o processamento térmico, entretanto houve redução nos teores de clorofila, ácido ascórbico, carotenoides, antocianinas e compostos fenólicos. Já as cultivares BR 17-Gurguéia, BRS Marataoã, BRS Itaim, BRS Novaera, Paulistinha e Patativa aumentaram os teores de flavonoides e, com exceção da BR 17-Gurguéia, todas as cultivares tiveram aumento da atividade antioxidante com o processamento térmico.

As sementes pigmentadas de variedades de feijão-caupi possuem maiores teores de fenólicos totais, flavonóides totais, capacidade de redução de férrico e atividades anti-peroxidação lipídica do que as incolores, segundo um estudo com 31 cultivares em Burkina Faso, África. Os resultados permitiram inferir que o consumo de feijão-caupi, particularmente de variedades de sementes coloridas, deve ser benéfico para a prevenção de doenças humanas crônicas.⁸

1.1.7 Qualidade tecnológica do grão

A qualidade tecnológica do grão de feijão-caupi compreende várias características físicas do grão integral tais como a cor e o aspecto do tegumento, o formato e o tamanho do grão, a capacidade de hidratação, a dureza (textura), o tempo de cocção, o sabor e o odor.

A qualidade culinária tem sido relatada como um fator importante que afeta o consumo do feijão-caupi e o tempo de cozimento é o principal fator, seguido do sabor. O longo tempo de cozimento, típico dos grãos de muitas leguminosas, é uma das maiores limitações para o consumo do feijão-caupi, principalmente pela população de baixa renda.⁴³ Esse longo tempo de cozimento do feijão-fradinho causa perda de nutrientes, perda de tempo útil e maior gasto de energia (gás ou lenha), enquanto o cozimento rápido tem o potencial de fornecer um alimento altamente nutritivo em menos tempo de preparo e menor gasto energético.^{21,43}

Vários estudos têm avaliado o tempo de cozimento em genótipos de feijão-caupi utilizando diferentes métodos, com ou sem a imersão dos grãos em água antes da cocção^{43,44} e utilizando diferentes formas de cozimento, tais como panela de pressão e cozedor de Mattson^{41,45} ou a junção das duas formas.^{46,47} A incorporação da qualidade do

cozimento na avaliação de cultivares tem contribuído para melhorar a qualidade culinária e aceitação do consumidor.⁴⁶

A cor do grão de feijão-caupi é uma característica de grande importância devido a preferência diversificada do consumidor brasileiro. De acordo com o mais recente Regulamento Técnico do Feijão, este é classificado em Grupos, Classes e Tipos. O feijão-caupi pertence ao Grupo 2, feijão-de-corda ou feijão-macassar, proveniente da espécie *Vigna unguiculata* L. Walp.

1.1.8 Melhoramento e desenvolvimento de cultivares

O melhoramento de feijão-caupi no Brasil tem como principais objetivos o desenvolvimento de cultivares com alta produtividade, alta resistência/tolerância a fatores de estresses bióticos (pragas e doenças) e abióticos (seca, calor, frio, salinidade, baixa fertilidade do solo e herbicidas), arquitetura da planta, precocidade e uniformidade de maturação, qualidade comercial, nutricional e funcional do grão e adaptabilidade e estabilidade produtiva às regiões de cultivo.²¹

No Brasil, já foram registradas e lançadas 53 cultivares de feijão-caupi²⁶, desenvolvidas por diferentes programas de melhoramento de instituições públicas e empresas privadas, sendo a sua grande maioria pela Embrapa.²⁵ As cultivares de feijão-caupi mais cultivadas pelos agricultores, com suas principais características comerciais, nutricionais e de cozimento, são apresentadas na Tabela 1.

| Cultivar | Subclasse comercial | Teor de proteínas (%) | Teor de ferro (g 100g ⁻¹) | Teor de zinco (g 100 ⁻¹) | Tempo de cozimento (min.)* |
|-----------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| BR 17-Gurguéia | Sempre-verde | 23,50 | 6,15 | 5,27 | 22'00" |
| BRS Guariba | Branco liso | 25,80 | 5,90 | 4,72 | 17'00" |
| BRS Marataoã | Sempre-verde | 21,40 | 6,42 | 5,87 | 15'30" |
| BRS Rouxinol | Sempre-verde | 28,00 | 5,94 | 3,37 | 13'50" |
| BRS Paraguaçu | Branco liso | 24,70 | 6,57 | 6,42 | 17'00" |
| BRS Novaera | Branco rugoso | 22,50 | 6,25 | 5,45 | 11'00" |
| BRS Tumucumaque | Branco liso | 23,50 | 6,06 | 5,16 | 13'23" |
| BRS Aracê | Verde | 25,00 | 6,17 | 4,86 | 18'20" |
| BRS Xiquexique | Branco liso | 23,20 | 7,74 | 5,37 | 22'00" |
| BRS Itaim | Fradinho | 21,50 | 4,88 | 4,34 | 20'55" |
| BRS Pajeú | Mulato | 22,30 | 5,79 | 3,77 | 17'51" |
| BRS Imponente | Branco rugoso | 22,60 | 5,23 | 5,12 | 17'00" |

Tabela 1. Cultivares de feijão-caupi mais produzidas pelos agricultores e as principais características comerciais, nutricionais e de cozimento do grão.

Fonte: Freira Filho (2011), Gonçalves (2017), Silva et al. (2017), Almeida et al. (200), Gonçalves et al. (2020).

Uma das formas para estimular o consumo de feijão no Brasil, que tem decrescido com últimos anos, é a criação de novas variedades, aliando o aprimoramento das características de campo, nutricional e funcional, criando grãos diferenciados, que atendam às necessidades dos diferentes grupos da população.²⁹ Assim, a ampliação dos estudos nutricionais e funcionais do grão de feijão-caupi e a elaboração de novos produtos, podem contribuir para aumentar o seu consumo.

1.1.9 Desenvolvimento de novos produtos

O feijão-caupi por ser um alimento regional e bastante nutritivo, a produção de farinha por meio da secagem é uma boa opção para o seu processamento, tornando-o um produto com maior valor agregado e de maior estabilidade durante o armazenamento. Além disso, a farinha pode ser empregada na elaboração de produtos de rápido preparo como sopas e mingaus, e ainda de produtos prontos para consumo como pães e biscoitos.¹¹

Com o desenvolvimento de novas linhagens e cultivares de feijão-caupi biofortificadas com elevados teores de proteínas e minerais, como

ferro e zinco, vários são os produtos de panificação produzidos que podem servir como veículo de nutrientes. Assim, tem-se utilizado farinhas de grãos brancos para formular massas de pastéis com substituição parcial da farinha de trigo (20%).⁴⁸

Com a elevada demanda por alimentos livres de glúten para pessoas diagnosticadas como celíacas e uma tendência atual de redução de consumo de glúten por pessoas que buscam uma alimentação saudável, várias são as pesquisas envolvendo a elaboração de produtos com farinhas mais nutritivas.⁴⁹

Nessa perspectiva, a elaboração de produtos à base de feijão-caupi se torna uma proposta saudável, rica nutricionalmente, economicamente viável e inovadora.⁴⁰ Esses autores desenvolveram um *nugget* elaborado com resíduos de acerola (*Malpighia emarginata*) e feijão-caupi. O produto obteve uma excelente aceitação sensorial e de mercado.

Produtos têm sido obtidos por extrusão termoplástica a partir de grãos de feijão-caupi cv. BRS Tumucumaque, que foram transformados em farinha e depois submetida ao processamento, resultando em uma farinha instantânea de cotilédones de feijão-caupi bastante útil na alimentação devido à sua praticidade para o consumo, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica⁵⁰ (SANTOS, 2017). *Snacks* expandidos desenvolvidos a partir da farinha extrusada de cotilédones de feijão-caupi dessa mesma cultivar apresentaram boas características sensoriais e de aceitabilidade, bem como maior digestibilidade *in vitro*.¹⁵

Alguns produtos regionais vêm sendo elaborados com a farinha do feijão-caupi com o intuito de enriquecê-los, como é o caso do pão de queijo, que tem resultado em uma boa fonte de proteínas e de fibras alimentares, destacando-se as frações insolúveis, além de teores significativos de cinzas, lipídeos e carboidratos e minerais. Assim como nos pães enriquecidos com feijão-caupi, constatou-se um aumento nos teores de compostos fenólicos totais um incremento no teor de espermidina e baixo teor de aminas biogênicas, assim como uma melhora da atividade antioxidante.¹⁴

Várias outras formulações foram idealizadas com o intuito de fornecerem uma proposta de alimento mais saudável e com um agregado valor nutricional, como na elaboração de cookies com adição de farinha de feijão-caupi BRS Xiquexique¹², desenvolvimento e

caracterização de pão tipo forma com farinha de cotilédones de feijão-caupi⁵¹, hambúrgueres vegetais de fibra de caju e feijão-caupi⁴⁸, bolo à base de farinha de feijão-caupi e arroz.³³

Todos esses estudos têm evidenciado que os novos produtos elaborados com adição da farinha de feijão-caupi apresentam quantidades de proteínas e minerais necessárias para suprir as necessidades recomendadas, além de compostos bioativos e atividade antioxidante, constituindo-se em opções saudáveis, nutritivas e viáveis para a indústria de produtos alimentícios.

2 OBJETIVOS

2.1. GERAL

Elaborar crepes suíços com adição de farinha integral de feijão-caupi em substituição da farinha de trigo.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar os grãos integrais de cultivares de feijão-caupi quanto aos parâmetros químicos: composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), valor energético total, teores de fibra alimentares, teor de minerais, compostos bioativos fenólicos totais, flavonóides totais e fatores antinutricionais.
- Formular crepes suíços com adição de farinha integral de feijão-caupi em substituição parcial da farinha de trigo.
- Avaliar os crepes elaborados quanto aos parâmetros químicos: composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), valor energético total, teores de fibra alimentares, teor de minerais, compostos bioativos fenólicos totais, flavonoides totais e fatores antinutricionais.
- Verificar a aceitabilidade por meio de análise sensorial.

3 METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

Foram utilizadas amostras de grãos de três cultivares comerciais de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique), desenvolvidas e cedidas pela Embrapa Meio-Norte, em Teresina, Piauí, Brasil, localizada a 5°5' de latitude Sul, 42°48' Longitude Oeste e 72 metros de altitude. As variedades foram cultivadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte no segundo semestre de 2020 sob condição irrigada. Após a colheita, amostras de grãos de cada cultivar foram utilizadas para a realização das análises nutricionais e funcionais.

3.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Amostras de grãos das cultivares de feijão-caupi foram selecionadas, eliminando-se os grãos com defeitos ou estragados. Em seguida, os grãos foram pulverizados em moedor elétrico semi-industrial (Tecnal modelo TE-651/2-T). A farinha de feijão-caupi (0,5 mesh) foi armazenada em sacos de polietileno hermeticamente fechadas sob refrigeração (8 °C) até a realização das análises.

3.3 ANÁLISES QUÍMICAS

3.3.1 Composição centesimal

As análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibra alimentar e carboidratos) e valor energético total foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos (LABROMBIOQ) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI, seguindo a metodologia descrita pela AOAC⁵². O valor energético do produto foi calculado multiplicando-se os valores em gramas de proteínas, lipídios e carboidratos por 4, 9 e 4 kcal g⁻¹, respectivamente⁵⁴

3.3.1.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria em estufa a 105 °C. Foi pesado 1 g da amostra homogeneizada, em cadinho de porcelana previamente pesado. Depois as amostras foram colocadas em estufa a 105 °C por 4 h e, em seguida, transferidas para um dessecador até atingir a temperatura ambiente. Para o cálculo do teor de umidade (%), utilizou-se a seguinte equação:

$$U (\%) = \frac{100 \times N}{P} \quad (1)$$

Onde:

U (%) = teor de umidade por cento

N = peso da amostra após a secagem (g)

P = peso inicial da amostra (g)

3.3.1.2 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração em bico de busen e posterior em mufla a 550 °C até obtenção das cinzas. Amostras com massa de 1 g foram levadas em cadinhos de porcelana a forno mufla e calcinadas à temperatura de 550 °C por 4 h.

O resíduo obtido após o aquecimento (cinzas) foi pesado até peso o constante. Os resultados para cinzas foram obtidos segundo a seguinte equação:

$$\% \text{ de cinzas} = \frac{N \times 100}{P} \quad (2)$$

Onde:

N = Número de gramas de cinzas

P = Número de gramas da amostra

3.3.1.3 Lipídios

Para a determinação de lipídios totais (%), as amostras foram submetidas à extração a quente por hexano 1:5 (m/v) em um sistema de

Soxhlet por 8 h. Os lipídios foram coletados em um béquer e deixado em capela de exaustão. Após a dissipação do hexano, os béqueres foram colocados em estufa de secagem por aproximadamente 30 min e depois o material lipídico extraído foi quantificado, e o cálculo do percentual em relação à amostra seca inicial obtido.

3.3.1.4 Proteínas

O teor de proteínas das amostras foi obtido pelo método Macro kjeldahl e obtido pelo produto entre o nitrogênio mensurado e o fator de conversão para proteína 6,25. A quantidade total de nitrogênio foi determinada utilizando curva padrão obtida com concentrações crescentes de sulfato de amônio.

3.3.1.5 Fibras alimentares

O teor de fibras alimentares foi determinado de acordo com o método enzimático gravimétrico.⁵² Realizada a partir do tratamento da amostra com solução tampão fosfato na faixa de temperatura entre 95-100 °C, em que os carboidratos solúveis foram solubilizados. A amostra foi tratada com α -amilase, a fim de promover a gelatinização do amido, seguida da adição da enzima protease para desnaturação das proteínas presentes e o tratamento foi finalizado com enzima amiloglucosidase para remoção do amido. Com este processo, obteve-se uma mistura de fibra solúvel na fase aquosa e fibra insolúvel precipitada, totalizando a fibra alimentar total. Realizou a filtração em cadinho de vidro poroso até peso constante, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo em seguida colocado em mufla para determinação de cinza. O filtrado foi tratado com solução de álcool etílico a 95%, com a finalidade de precipitar a fibra solúvel. A fibra precipitada foi filtrada em cadinho de vidro sintetizado tarado, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo depois colocado em mufla para determinação de cinza. Por fim, o teor de fibras alimentares totais foi calculado tomando-se o resíduo total obtido e diminuindo-se do somatório do valor de proteína mais cinzas.

3.3.1.6 Carboidratos

Os carboidratos foram quantificados pelo método indireto⁵³, por diferença dos constituintes (umidade, cinzas, lipídios e proteínas), e os resultados expressos em porcentagem (% , m/m).

3.3.2 Valor energético total

As análises do valor energética total (VET) foram realizadas no LABROMBIOQ do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. O VET foi determinado segundo Watt e Merrill⁵³, utilizando os fatores de conversão de Atwater 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.⁵⁴

3.3.3 Minerais

As análises dos teores dos minerais fósforo, sódio, potássio, cálcio, magnésio, manganês e cobre foram realizadas nos Laboratórios de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, enquanto dos minerais ferro, zinco e selênio, no Laboratório de Análises Físico-químicas e Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro-RJ.

3.3.3.1 Fósforo (P)

A determinação do teor de P foi realizada por colorimetria, segundo Silva e Queiroz⁵⁵. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 200 µL da solução de extrato (amostra do feijão digerida), 8,4 mL de água Milli-Q, 1,0 mL de solução ácida de molibdato de amônia e 400 µL de solução de ácido ascórbico a 2%. Em seguida, foi feita a homogeneização em agitador e, após 5 min, esperou-se o aparecimento da cor (azul). Depois realizou-se a leitura no espectrofotômetro UV-VIS, em comprimento de onda de 725 nm, utilizando uma cubeta de quartzo para a leitura das soluções. Fez-se a leitura do branco com água destilada, para que o mesmo seja subtraído da leitura direta do

equipamento. Os valores de leitura em absorvância obtidos foram aplicados na equação:

$$P = (0,2 \times \text{Leitura/Peso da amostra}) / 10000$$

Onde 0,2 representa o fator obtido da curva de calibração.

3.3.3.2 *Sódio (Na) e potássio (K)*

Os teores de Na e K foram determinados pelo método de fotometria de chama, segundo metodologia de Silva e Queiroz (2002)⁵⁴. Em um tubo de ensaio adicionou 2 mL do extrato e 2 mL de água Milli-Q, fez-se homogeneização. Depois foi realizada a leitura do branco, padrão e das amostras diretamente no fotômetro de chama. O equipamento foi ajustado e calibrado com soluções padrões de sódio e potássio antes das leituras.

3.3.3.3 *Cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn) e cobre (Cu)*

Os teores de Ca, Mg, Mn e Cu foram determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica de chama, seguindo a metodologia de Silva e Queiroz⁵⁵. Adicionou-se no tubo de ensaio 200 µL do extrato, 3,5 mL de lantânio e 3,3 mL de água Milli-Q. Fez-se a homogeneização em agitador e a leitura no espectro de absorção atômica, selecionando previamente o comprimento de onda específico de cada elemento a ser analisado no software do equipamento. Para a leitura de cada elemento no aparelho foi feita uma curva de calibração padrão.

3.3.3.4 *Ferro (Fe), zinco (Zn) e selênio (Se)*

Os teores de Fe, Zn e Se foram determinados pelo método de espectrometria de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente - ICP-OES (modelo optima 4300DV, Perkin Elmer, Norwalk, CT, EUA). Para a digestão, foram pesados 0,5 g de cada amostra e colocado em tubo de micro-ondas. Foram adicionados 2 mL de peróxido de

hidrogênio (H₂O₂) 30 % (v/v) em cada tubo e mantido coberto de um dia para o outro. Depois foram adicionados 3 mL de HNO₃ concentrado em cada tubo e, após 2 h este material foi submetido ao aquecimento em aparelho de micro-ondas de cavidade, segundo (POP LMIN-008, rev. 07), e digerido a uma potência de 1200 W, temperatura a 200 °C em pressão de 120 psi. A temperatura e pressão foram mantidas por 5 min. Após a completa digestão, os tubos foram retirados do aparelho e mantidos na capela para esfriarem e foram abertos após 30 min. Após 15 min de descanso, estes foram filtrados em papel de filtro, filtragem lenta e avolumados para 25 mL. Depois foram realizadas leituras no ICP-OES, segundo POP da Embrapa LMIN-026, rev. 01.

3.3.4 Compostos bioativos

As análises de fenólicos totais e flavonoides totais foram realizadas no LABROMBIOQ do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

3.3.4.1 Fenólicos totais

Os compostos fenólicos foram determinados por meio do reagente *Folin-Ciocalteu*, utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto⁵⁶. Inicialmente foi preparado um extrato e a partir deste serão realizadas as análises. A obtenção dos extratos foi realizada de acordo com Rufino *et al.*⁵⁷, os solventes utilizados para extração foram o metanol 50% (50:50, v/v), acetona 70% (70:30, v/v) e água, na proporção de 2:2:1, e a leitura da absorbância foi medida em 765 nm usando um espectrofotômetro. A quantificação de fenólicos totais foi realizada pela interpolação a uma curva padrão de ácido gálico (ANEXO I) e os valores expressos em mg GAE (Equivalente a Ácido Gálico) 100 g⁻¹ de amostra.

3.3.4.2 *Flavonoides totais*

Para a determinação de flavonoides totais utilizou-se o método descrito por Kim; Jeong e Lee⁵⁸ e modificado por Blasa et al.⁵⁹. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato e 0,3 mL de nitrito de sódio (NaNO₂) 5% m/v, passados 5 min, foi adicionado 0,3 mL de cloreto de alumínio (AlCl₃) 10% m/v, após decorridos mais 6 minutos, adicionou 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M, e seguida, as absorbâncias das amostras foram mensuradas a 425 nm em espectrofotômetro digital. Diferentes concentrações de quercetina (0-100 mg/L) foram utilizadas para a construção de uma curva padrão (ANEXO II) e os resultados expressos em mg EQ (Equivalentes a Quercetina) 100 g⁻¹ de amostra.

3.3.5 **Atividade antioxidante**

A análise da capacidade antioxidante foi realizada no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos (LABROMBIOQ) do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. Foi determinada pelo método de sequestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) desenvolvido por Brand-Williams, Cuvelier e Berset⁶⁰. A absorbância foi medida em 515 nm em um espectrofotômetro (BEL, Modelo 1102, Monza, Milão, Itália). Uma curva padrão foi construída usando Trolox em diferentes concentrações (0-100 mg/L) como referência (ANEXO IV). Os resultados foram comparados com o antioxidante padrão, Trolox, e expressos em µmol TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) 100 g⁻¹ de amostra.

3.3.6 **Fatores antinutricionais**

As análises de ácido fítico foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-químicas e Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro-RJ, enquanto taninos condensados, no laboratório de Bromatologia e Bioquímica de alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

3.3.6.1 Taninos condensados

O teor de taninos condensados foi determinado com base no método da vanilina, segundo Price, Scoyoc e Butler⁶¹. Inicialmente, preparou-se o reagente vanilina por meio da adição de 0,5 g do reagente em 200 mL de solução metanol-HCl a 4% (v/v). No procedimento, 1 mL do extrato da amostra foi adicionado em 5 mL do reagente vanilina, aguardando-se a reação por 20 minutos na ausência de luz e em temperatura ambiente. Similarmente, o branco foi preparado com a adição de 1 mL do solvente utilizado para elaboração do extrato em 5 mL do reagente vanilina.

As leituras das absorbâncias do branco e das amostras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (modelo 22PC, marca Spectrumlab, USA). Utilizou-se a catequina como padrão (ANEXO III) e os resultados foram expressos como mg de equivalente de catequina/100g amostra.

3.3.6.2 Ácido fítico

A determinação do teor de ácido fítico foi realizada no Laboratório de Análises Físico-Químicas e Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro-RJ), pelo método 986.11 da AOAC⁵² com modificação. A análise foi realizada por ICP, com modificação do recolhimento dos fitatos com solução de HCl 2,0M em balão volumétrico de 25,00 mL e leitura direta do fósforo (P) por ICP. O resultado foi expresso em mg de ácido fítico por grama de amostra.

3.4 COR DO TEGUMENTO DO GRÃO

Amostras de grãos integrais das cultivares de feijão-caupi foram avaliadas para L* (claro-escuro, com valores mais altos de brilho), a* (vermelho-verde, com valores positivos para vermelhidão e valores negativos para verde) e b* (amarelo-azul, com valores positivos para amarelecimento e valores negativos para azul), atributos da cor do tegumento do grão, usando um colorímetro CR-410 (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., Ramsey, NJ).

3.5 QUALIDADE DE COZIMENTO

A avaliação da qualidade do cozimento foi realizada utilizando a metodologia proposta por Carvalho et al.⁴⁶, com adaptações para o feijão-caupi.⁴⁷ Duas amostras de 50 grãos de cada genótipo foram colocadas em sacos de organza e identificados. Dois sacos foram preparados por genótipo, ou seja, duas repetições. Os sacos foram colocados em água destilada por 60 minutos. Para cozinhar, os sacos foram colocados no fundo de uma panela de pressão elétrica (Eletrolux) com capacidade de 5 L. O nível de água utilizado foi de 3/5 da capacidade da panela, mantendo a água em que os sacos foram encharcados. Os grãos foram cozidos por 30 minutos. Os tempos de molho e de cozimento foram pré-estabelecidos em testes preliminares.

A avaliação do percentual de grãos cozidos foi realizada com o auxílio do cozedor de Mattson.⁶² Amostras de vinte e cinco grãos cozidos por cultivar foram utilizadas e os pinos colocados sobre os grãos. O número de pinos que imediatamente perfuravam totalmente os grãos eram registrados. Quanto mais alto a porcentagem de grãos com pinos totalmente perfurados, maior a qualidade de cozimento.

3.6 FORMULAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CREPES SUÍÇO

A formulação do crepe suíço foi desenvolvida a partir de testes prévios com substituição parcial da farinha de trigo pela farinha integral dos grãos das cultivares de feijão-caupi. Assim, foram adotadas porcentagens das matérias-primas para as misturas e posterior avaliação dos efeitos nas características nutricionais e funcionais dos crepes suíços.

A formulação padrão (100% de farinha de trigo) do crepe suíço foi obtida e adaptada de um site de gastronomia e culinária. Para a elaboração do crepe com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) foram utilizadas as cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique, tendo em vista que foram as que apresentaram os melhores resultados em termos de qualidade nutricional e funcional do grão integral, estudo que antecedeu à elaboração de crepes suíço (Capítulo II, artigo 1).

Primeiramente foram realizados testes sensoriais prévios utilizando-se a substituição parcial da farinha de trigo pela FFC nas proporções de 10%, 20% e 30%, onde procurou-se adotar a formulação com sabor similar ao crepe padrão. Após os testes sensoriais prévios, adotou-se a formulação do crepe com 10% de FFC, que foi a que apresentou sabor mais similar ao crepe padrão.

As matérias-primas utilizadas na elaboração dos crepes padrão e com FFC são listadas na Tabela 2.

| Ingrediente | Padrão (%) | FFC (%) ¹ |
|----------------------|------------|----------------------|
| Leite integral | 43,03 | 40,0 - 45,0 |
| Farinha de trigo | 45,24 | 40,0 - 47,0 |
| FFC | - | 5,0 - 15,0 |
| Manteiga | 3,7 | 3,0 - 4,0 |
| Queijo parmesão | 0,75 | 0,1 - 1,0 |
| Ovo | 6,75 | 6,0 - 7,0 |
| Sal | 0,53 | 0,1 - 0,7 |
| Valor total (gramas) | 100 | 100 |

Tabela 2. Porcentagem de matérias-primas utilizadas nas formulações de crepes suíço padrão e com farinha integral de feijão-caupi (FFC) após testes organolépticos preliminares de laboratório.

¹A porcentagem exata de materiais utilizados nas formulações de crepes suíço com farinha de feijão-caupi foi omitida devido ao sigilo e confidencialidade exigidos para efeito de solicitação de depósito de patente do produto.

Os ingredientes foram pesados e homogeneizados em um liquidificador. A massa resultante foi transferida com o auxílio de uma colher para uma máquina de crepe suíço modelo LX-262D5 com capacidade para cinco unidades. O tempo médio de assamento dos crepes foi de 10 minutos a uma temperatura em torno de 250 °C. Os crepes foram desenvolvidos no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí.

3.6.1 Análise sensorial

A análise sensorial dos crepes elaborados com FFC das cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique objetivou investigar a aceitação, preferência e intenção de compra do produto. Utilizou-se os testes de Escala Hedônica de nove pontos (1: desgostei muitíssimo a 9: gostei

muitíssimo) (ANEXO 1)⁶³ para avaliar a aceitação e o teste Pareado de Preferência, comparando as duas formulações de crepe entre si, visando observar qual seria o crepe preferido, bem como a intenção de compra por meio de ficha resposta com escala estruturada de 5 pontos, oscilando de 1 = certamente compraria a 5 = certamente não compraria (ANEXO 2).^{64,65}

A análise sensorial das formulações com FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique foi realizada por uma equipe de 103 avaliadores não treinados, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 55 anos, possíveis consumidores do produto, e que foram convidados entre alunos, funcionários, professores e pacientes do Serviço Escola Integrado de Saúde Carolina Freitas Lira (SIS), anexo do Centro Universitário Santo Agostinho, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados, apresentados como média \pm desvio para análise em triplicata, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise de correlação de Pearson foi usada para determinar a associação entre fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante e a cor do tegumento do grão. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS⁶⁶ e ambiente R⁶⁷.

3.8 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Os participantes da pesquisa assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 3) de acordo com a Resolução no 196/96⁶⁸ e Resolução no 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde⁶⁹. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí sob Parecer nº 750.942. – UFPI, coordenado pela coorientadora da pesquisa, para apreciação e aprovação, a qual foi obtida em novembro de 2016, sob parecer número 57433616.0.0000.5214.

REFERÊNCIAS

1. Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Rodrigues JELF, Vieira PFMJ. Cultura: aspectos socioeconômicos. *In*: do Vale JC, Bertini CHM, Borém A. Feijão-caupi: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV; 2017. p. 9-34.
2. Companhia Nacional de Abastecimento (BR). Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2020/21, setembro 2021. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento; 2021.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (BR). Levantamento sistemático da produção agrícola – LSPA. Boletim do Estado do Piauí. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2021.
4. Carvalho AFU, de Sousa NM, Farias DF, Rocha-Bezerra LCB, da Silva RMP, Viana MP, et al. Nutritional ranking of 30 Brazilian genotypes of cowpeas including determination of antioxidant capacity and vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2012 maio-jul; 26: 81-88.
5. De-Paula CD, Jarma-Arroyo S, Aramendiz-Tatis H. Caracterización nutricional y determinación de ácido fítico como factor antinutricional del frijol caupí. *Agron. Mesoam*. 2018 jan-abr; 29(1): 29-40.
6. Barros NVA, Rocha MM, Moreira-Arújo RSR. Efeito do processamento térmico no teor de polifenóis totais em grãos de cultivares de feijão-caupi. *In*: Congresso Nacional de Feijão-Caupi, 2016; Brasília, DF: Embrapa, 2016. p. 221.
7. Adjei-Fremah S, Jackai LE, Worku M. Analysis of phenolic content and antioxidant properties of selected cowpea varieties tested in bovine peripheral blood. *Am J Anim Vet Sci*. 2015; 10 (4): 235-245.
8. Sombié PAED, Compaoré M, Coulibaly AY, Ouédraogo JT, Tignégré JBDLS, Kiendrébégo M. Antioxidant and phytochemical

studies of 31 cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) Genotypes from Burkina Faso. *Foods*. 2018 sep; 7 (9): 143.

9. López-Morales D, de la Cruz-Lázaro E, Sánchez-Chávez E, Preciado-Rangel P, Márquez-Quiroz C, Osorio-Osorio R. Impact of agronomic biofortification with zinc on the nutrient content, bioactive compounds, and antioxidant capacity of cowpea bean (*Vigna unguiculata* L. Walpers). *Agronomy*. 2020; 10:1460.

10. Vieira MMS, Bezerra JM, Santos AF. 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*. 2021; 10(7).

11. Gomes GMS, Reis RC, Silva CADT. Obtenção de farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *RBPA*. 2012; 14(1): 31-36.

12. Landim LA, Beserra Pessoa MLS, Brandão ACAS, Morgano MA, Araújo MAM, Rocha MM, et al. Impact of the two different iron fortified cookies on treatment of anemia in preschool children in Brazil. *Nutr Hosp*. 2016; 33: 1142-1148.

13. Cavalcante RBM, Morgano MA, Damasceno E Silva K.J, Rocha MM, Araújo MAM, Moreira-Araújo RSR. Pão de queijo enriquecido com farinha de feijão-caupi biofortificado. *Cienc. e Agrotecnologia*. 2016; 40(1): 57-103.

14. Cavalcante RBM, Morgano MA, Glória MBA, Rocha MM, Araújo MAM, Moreora-Araújo RSR. Mineral content, phenolics compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. *Food Sci. Technol*. 2019; 39(4): 843-849.

15. SILVA ICV. Potencial tecnológico, nutricional e funcional de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) e sua aplicabilidade na indústria alimentícia [tese]. Teresina: Universidade Federal do Piauí – UFPI; 2020. 193 p.

16. Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Rocha MM, Silva KJD, Nogueira MSR, Rodrigues EV. Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina, Brasil: Embrapa Meio-Norte; 2011.

17. Boukar O, Bhattacharjee R, Fatokun C, Kumar PL, Gueye B. Genetic and genomic resources of grain legume improvement. Ibadan, Nigeria: Elsevier; 2013.

18. FAOSTAT. Crops and livestock products. Cow pea dries. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 25 mar. 2022.

20. Silva AC, Vasconcelos PLR, Melo LDFA, da Silva VSG, Melo Júnior JLA, Santana MB. Diagnostico da produção de feijão-caupi no nordeste brasileiro. Revista VALE. 2018; 16(2): 1-5.

21. Rocha MM, Damasceno-Silva KJ, Menezes-Júnior JA. Cultivares. *In: DoVale JC, BERTINI C, BORÉM A. Feijão-caupi: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV; 2017. p. 113-142.*

22. Feijão, oferta e demanda brasileiras [anuário]. *In: Agriannual. 2009; 317.*

23. Hetzel S. Com preço alto, área do feijão deve crescer [anuário]. *In: Agriannual. 2009; 312-313.*

24. Cardoso LA, Greiner R, Silva CS, Maciel LF, Santos LFP, Almeida DT. Small scale market survey on the preparation and physico-chemical characteristics of moin-moin: a traditional ready-to-eat cowpea food from Brazil. CTA. 2022; 42.

25. Silva K.J, Rocha MM, Araújo MAM, Moreira-Araújo RSR. Pão de queijo enriquecido com farinha de feijão-caupi biofortificado. Cien. e Agrotecnologia, 2016; 40(1): 57-103.

27. Feijão-caupi: melhoramento genético para o avanço da cultura [folder]. *In: Embrapa-Meio-Norte. 2016; 6.*

28. Ferreira ES, Capraro J, Sessa F, Magni C, Demonte A, Consonni A. New molecular features of cowpea bean (*Vigna unguiculata*, L. Walp) β -vignin. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 2018; 82(2): 285-291.
29. Companhia Nacional de Abastecimento (BR). A cultura do feijão-caupi. Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento; 2018.
30. de Souza e Silva SM, Maia JM, de Araújo ZB, Freire Filho FR. Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) [comunicado técnico 149]. In: Embrapa Meio-Norte. 2002.
31. Frota KMG, Soares RAM, Arêas JAG. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2008; 28(2): 470-476.
32. Gonçalves FV. Caracterização nutricional de genótipos comerciais de feijão-caupi [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ; 2017. 80 p.
33. Oliveira JMS. Composição centesimal e mineral de genótipos de feijão-caupi tipo fradinho [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí – UFPI; 2018. 67 p.
34. Pereira FR. Caracterização bioquímica, nutricional e funcional de genótipos elite de feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] [dissertação]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará – UFCE; 2013. 80 p.
35. Ferreira LMM, Mendes-Ferreira A, Benevides CMJ, Melo D, Costa ASG, Mendes-Faia A, *et al.* Effect of controlled microbial fermentation on nutritional and Functional Characteristics of Cowpea Bean Flours. *Foods.* 2019 out; 8(11): 530.
36. Moreira-Araújo RSR, Sampaio GR, Soares RAM, Silva CP, Arêas JAG. Identification and quantification of oxidant in cowpea. *Rev. Ciênc. Agron.* 2017; 48(5):799-805.

37. Khalid II, Elhardallou SB. Factors that compromise the nutritional value of cowpea flour and its protein isolates. *Food Sci. Nutr.* 2016; 7:112-121.
38. Moreira-Araújo RSR, Sampaio GR, Soares RAM, da Silva CP, Araújo MAM, Arêas JAG. Identification and quantification of phenolic compounds and antioxidant activity in cowpeas of BRS Xiquexique cultivar. *Rev. Caatinga.* 2018; 31 (1): 209-216.
39. Barros NVA, Rocha MM, Glória MBA, Araújo MAM, Moreira-Araújo RSR. Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. *Rev. Ciênc. Agron.* 2017; 28(5): 824-831.
40. Abreu BB, Moreira IR.LF, Cavalcante RBM, Campos CMF.; Golçalves MFB, Oliveira ELC, et al. Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). *BJD*; 2020; 6(2): 9446-9453.
41. Cavalcante RBM, Araújo MAM, Rocha MM, Silva KJD, Moreira-Araújo RSR. Efeito do processamento térmico no teor de polifenóis totais em grãos de cultivares do feijão-caupi. *Rev. Ciênc. Agron.* 2017; 48(5): 806-810.
42. Parvez R, Singh K, Yadav V, Singh L. Effect of various processing treatments on total flavonoid content of different varieties of cowpea. *J. Pharm. Innov.* 2019; 8(6): 203-210.
43. Addy SNTT, Cichy KA, Adu-Dapaah H, Asante IK, Emmanuel A, Offei SK. Genetic studies on the inheritance of storage-induced cooking time in cowpeas [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Front. Plant Sci.* 2020 maio; 11(144): 1-9.
44. Pereira EJ, Carvalho LMJ, Dellamora-Ortiz GM, Cardoso FSN, Carvalho JLV, Viana DS, et al. Effects of cooking methods on the iron and zinc contents in cowpea (*Vigna unguiculata*) to combat

nutritional deficiencies in Brazil. *Food Nutr. Res.* 2014; 58(1): 20694-20700.

45. Harouna DV, Venkataramana PB, Matem AOS, Ndakidemi PA. Assessment of Water Absorption Capacity and Cooking Time of Wild Under-Exploited *Vigna* Species towards their Domestication. *Agronomy.* 2019; 9(509): 1-32.

46. Carvalho LB, Ramalho MAP, Vieira Júnior IC, Abreu AFB,. New strategy for evaluating grain cooking quality of progenies in dry bean breeding programs. *Crop Breed. Appl. Biotechnol.* 2017; 17(2):115-117.

47. Freitas TKT, Gomes FO, Araújo MS, Silva ICV, Silva DJS, Damasceno-Silva KJ, *et al.* Potential of cowpea genotypes for nutrient biofortification and cooking quality. *Rev. Ciênc. Agron.* 2022; 23.

48. Lima JR, Garruti DS, Machado TF, Araújo IMS. Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. *Rev. Ciênc. Agron.* 2018, 49(4): 708-714.

49. Silva VS, Orlandelli RC. Desenvolvimento de Alimentos Funcionais nos Últimos Anos: uma revisão. *Revista Uningá.* 2019; 56(2): 182-194.

50. Santos OJ. Desenvolvimento de farinha instantânea de cotilédones de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí – UFPI; 2017. 95 p.

51. Sousa MMD. Desenvolvimento de pão tipo forma com adição de farinha de cotilédones de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) [dissertação]. Teresina: Universidade Federal do Piauí – UFPI; 2019. 57 p.

52. Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (2012). Official methods of analysis of AOAC International. Gaithersburg: AOAC International.

53. Watt B, Merrill AL. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington: Agricultural Research Service; 1963.
54. Brasil. Instrução Normativa n 75, de 08 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União. 08 out 2020.
55. Silva DJ, Queiroz AC. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV; 2002.
56. Larrauri JA, Rupérez P, Saura-Calixto F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *J Agric Food Chem.* 1997; 45: 1390-1393.
57. Rufino MSM, Alves RE, de Brito ES, de Moraes SM, Sampaio CG, Pérez-Jiménez J. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. [comunicado técnico 127]. *In: Embrapa Meio-Norte.* 2007.
58. Kim D, Jeong SW, Lee CY. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* 2003; 81(3): 321-326.
59. Blasa M, Candiracci M, Accorsi A, Piacentini MP, Albertini MC, Piatti E. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. *Food Chem.* 2006; 97(2): 217-222.
60. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *CTA.* 1995; 28(1): 25-30.
61. Price ML, Scoyoc SV, Butler LG. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 1978; 26(5): 1214-1218.
62. Mattson S. The cookability of yellow peas: a colloidchemical and biochemical study. *Acta Agric Scand B Soil Plant Sci.* 1946; 2: 85-

190.

63. Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. 2. ed. San Diego: Elsevier; 1992.

64. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat; 2013.

65. Instituto Adolfo Lutz [BR]. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Intituto Adolfo Lutz, 2008.

66. Statistical Analys System: SAS/Stat Software 12.1. North Carolina (USA): SAS Institute Inc; 2012.

67. R Core Team: A language and environment for statistical computing. 10. Version Vienna (AU): R Foundation for Statistical Computing; 2021.

68. Brasil. Resolução n 196/1996, de 10 de outubro de 1996. Trata das diretrizes e normas regulamentadoras da pesquisa envolvendo seres humanos. Diário Oficial da União. 10 out. 1996.

69. Brasil. Resolução 466/2012, de 12 de dezembro de 2012. Trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196. Diário Oficial da União. 12 dez. 2012.

CAPÍTULO II

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1

Composição centesimal, minerais, taninos, fitatos e qualidade de cozimento de cultivares comerciais de feijão-caupi

Proximate composition, minerals, tannins, phytates, and cooking quality of commercial cowpea cultivars

Adolfo Marcito Campos de Oliveira¹, Regilda Saraiva dos Reis
Moreira-Araújo¹, Abdias Jean², Kaesel Jackson Damasceno-Silva³,
Maurisrael de Moura Rocha^{3*}

¹Universidade Federal do Piauí/UFPI, Departamento de Nutrição,
Teresina, PI, Brasil

²Universidade Federal do Piauí/UFPI, Departamento de Fitotecnia,
Teresina, PI, Brasil

³Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil

*Corresponding author: maurisrael.rocha@embrapa.br



Periódico: *Revista Caatinga*
Qualis Scopus (2021): A4

RESUMO – O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica na região Nordeste do Brasil, sendo o tipo de feijão mais cultivado e consumido, representando a principal fonte de proteína vegetal de baixo custo das populações rural e urbana dessa região. Além disso, o seu grão apresenta teores consideráveis de carboidratos, fibras dietéticas, minerais e vitaminas, atuando no combate à desnutrição e contribuindo para a melhoria da saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição centesimal, minerais, taninos, ácido fítico e a qualidade de cozimento dos grãos integrais das cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique. Foram determinadas a composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, carboidratos e fibras alimentares), o valor energético total (VET), minerais (P, Ca, K, Mg, Fe, Zn, Mn e Se), fatores antinutricionais (taninos condensados e ácido fítico) e a qualidade de cozimento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As cultivares apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para a maioria das características avaliadas, sendo similares quanto aos teores de cinzas, lipídeos, fibra alimentar total e a maioria dos macrominerais. Os resultados evidenciaram que as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique representam excelentes fontes de fibras dietéticas, proteínas e minerais, além de alta qualidade de cozimento, enquanto a cultivar BRS Inhuma destacou-se em carboidratos, fibras alimentares solúveis, VET e baixos teores dos fatores antinutricionais analisados.

Termos para indexação: *Vigna unguiculata*. Composição centesimal. Minerais. Fatores antinutricionais. Cozimento rápido.

ABSTRACT – Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a legume of great socioeconomic importance in the Northeast region of Brazil, being the most cultivated and consumed type of bean, representing the main source of low-cost vegetable protein for rural and urban populations in this region. In addition, its grain has considerable levels of carbohydrates, dietary fiber, minerals, and vitamins, acting in the fight against malnutrition and contributing to the improvement of consumer health. The objective of this work was to characterize the proximate composition, minerals, tannins, phytates, and cooking quality of whole grains of the commercial cowpea cultivars BRS Aracê, BRS Inhumã and BRS Xiquexique. The proximate composition (moisture, ash, lipids, carbohydrates, and dietary fibers), total energy value (TEV), minerals (P, Ca, K, Mg, Fe, Zn, Mn and Se), antinutritional factors condensed tannins and phytic acid and cooking quality were determined. Data were submitted to analysis of variance and means were compared using Tukey's test ($p < 0.05$). The cultivars showed significant differences ($p < 0.05$) for most of the characteristics evaluated, being similar in terms of ash, lipids, total dietary fiber and most macrominerals. The results showed that the cultivars BRS Aracê and BRS Xiquexique represent excellent sources of dietary fiber, proteins, and minerals, in addition to high cooking quality, while the

cultivar BRS Inhuma highlighted in carbohydrates, soluble dietary fibers, VET and low levels of the factors anti-nutrients analyzed.

Index terms: *Vigna unguiculata*. Proximate composition. Minerals. Anti-nutrients factors. Fast cooking.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma cultura de grande importância na região Nordeste do Brasil, principalmente nos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí, tanto como alimento quanto como gerador de emprego e renda. Além de bastante nutritivo, constitui-se em um componente alimentar básico das populações rurais e urbanas da região Nordeste. O Brasil é o terceiro maior produtor de feijão-caupi do mundo. No ano agrícola 2020/2021, a cultura ocupou uma área de 1.349.600 ha, com uma produção de 625.200 toneladas e produtividade de 463 kg ha⁻¹ (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021). O baixo custo e a possibilidade de bons rendimentos tem sido os principais atrativos para o cultivo do feijão-caupi no Brasil (SILVA et al., 2016).

Além de representar uma excelente fonte de proteínas e carboidratos, o feijão-caupi possui elevado teor de fibras alimentares, além de vitaminas e minerais e teor reduzido de lipídios (FROTA et al., 2010; BEZERRA et al., 2019). A caracterização da variação para a composição centesimal e minerais tem sido realizada em vários estudos recentes envolvendo uma grande quantidade de genótipos de feijão-

caupi (ALIDU et al., 2020; DIAS-BARBOSA et al., 2021; FREITAS et al., 2022).

Apesar de seu alto valor nutricional e funcional, o feijão-caupi apresenta em seus grãos compostos antinutricionais que diminuem a biodisponibilidade de proteínas e minerais, tais como o ácido fítico, os taninos condensados e outros (KHALID; ELHARDALLOU, 2016; GONÇALVES et al., 2020). O processamento doméstico, incluindo o descorticamento, o molho em água e o cozimento, levam à diminuição dos compostos antinutricionais (DIOUF et al., 2020).

Uma das principais limitações ao aumento do consumo de feijão-caupi é o tempo de cozimento mais longo, que leva à perda de nutrientes, perda de tempo útil, maior gasto de energia (lenha ou gás) e aumento da emissão de gases de efeito estufa por meio do aumento da queima de lenha, principalmente nos países africanos, enquanto o cozimento rápido tem o potencial de fornecer um alimento altamente nutritivo em menos tempo de preparo e menor gasto de energia (ADDY et al., 2020; FREITAS et al., 2022). A incorporação da qualidade do cozimento na avaliação de cultivares contribuiu para melhorar a qualidade culinária e aceitação do consumidor (CARVALHO et al., 2017).

O fácil acesso a esse tipo de alimento por comunidades de baixa renda, faz dessa matéria-prima uma excelente complementação da alimentação, principalmente de crianças e adolescentes. Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a composição

centesimal, minerais, taninos, ácido fítico e a qualidade de cozimento dos grãos integrais de cultivares comerciais de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria prima

Foram utilizadas amostras de grãos de três cultivares comerciais de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique), desenvolvidas e cedidas pela Embrapa Meio-Norte, com sede em Teresina, Piauí, Brasil. As variedades foram cultivadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte no segundo semestre de 2020 sob condição irrigada. Após a colheita, amostras de grãos de cada cultivar foram utilizadas para a realização das análises nutricionais e de cozimento.

Preparo das amostras

Amostras de grãos das cultivares de feijão-caupi foram selecionadas, eliminando-se os grãos com defeitos ou estragados. Estas foram depois pulverizadas em moedor elétrico semi-industrial (Tecnal modelo TE-651/2-T). A farinha de feijão-caupi (0,5 mesh) foi armazenada em sacos de polietileno hermeticamente fechadas sob refrigeração (8 °C) até a realização das análises.

Composição centesimal

As análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibra alimentar e carboidratos) e valor energético

total foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

O teor de umidade foi determinado por gravimetria em estufa a 105 °C, de acordo com AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY, 2012). Foi pesada 1 g da amostra homogeneizada, em cadinho de porcelana previamente pesado. Depois as amostras foram colocadas em estufa a 105 °C por 4 h, e em seguida transferidas para um dessecador e mantidas por 30 min. Para o cálculo do teor de umidade (%), utilizou-se a seguinte fórmula: Teor de umidade = $(100 \times N)/P$, onde N é o número de gramas de umidade (perda de massa em g) e P é o número de gramas de amostra.

O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C por 4 h, segundo a metodologia da AOAC (AOAC, 2012). Amostras com massa de 1 g foram levadas em cadinhos de porcelana a forno mufla e calcinadas à temperatura de 550 °C por 4 h. O valor de matéria mineral foi determinado pela diferença entre massa inicial e final dos cadinhos.

Para a determinação de lipídios totais (%), as amostras foram submetidas à extração a quente por hexano 1:5 (m/v) em um sistema de Soxhlet por 8 h. Os lipídios foram coletados em um béquer e deixado em capela de exaustão. Após a dissipação do hexano, os béqueres foram colocados em estufa de secagem por aproximadamente 30 min e depois o material lipídico extraído foi quantificado, e o cálculo do percentual em relação à amostra seca inicial obtido.

O teor de proteínas das amostras foi obtido pelo método Microkjeldahl (AOAC, 2012) e obtido pelo produto entre o nitrogênio mensurado e o fator de conversão para proteína 6,25. A quantidade total de nitrogênio foi determinada utilizando curva padrão obtida com concentrações crescentes de sulfato de amônio.

O teor de fibra alimentar foi determinado de acordo com o método enzimático gravimétrico de (AOAC, 2012). Realizada a partir do tratamento da amostra com solução tampão fosfato na faixa de temperatura entre 95-100 °C, em que os carboidratos solúveis foram solubilizados. A amostra foi tratada com α -amilase, a fim de promover a gelatinização do amido, seguida da adição da enzima protease para desnaturação das proteínas presentes e o tratamento foi finalizado com enzima amiloglucosidase para remoção do amido. Com este processo, obteve-se uma mistura de fibra solúvel na fase aquosa e fibra insolúvel precipitada, totalizando a fibra alimentar total. Realizou a filtração em cadinho de vidro sinterizado tarado, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo em seguida colocado em mufla para determinação de cinza. O filtrado foi tratado com solução de álcool etílico a 95%, com a finalidade de precipitar a fibra solúvel. A fibra precipitada foi filtrada em cadinho de vidro sintetizado tarado, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo depois colocado em mufla para determinação de cinza. Por fim, o teor de fibra alimentar total foi calculado tomando-se o resíduo total obtido e diminuindo-se do somatório do valor de proteína mais cinzas.

O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, fibras e lipídios), segundo a AOAC (AOAC, 2012).

Valor energético total

As análises do valor energética total (VET) foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. O VET foi determinado segundo Watt e Merrill (1963), utilizando os fatores de conversão de Atwater 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.

Minerais

As análises dos teores dos minerais fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn) e selênio (Se) foram realizadas nos Laboratórios de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, enquanto dos minerais ferro, zinco e selênio, no Laboratório de Análises Físico-químicas e Minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro-RJ.

A determinação do teor de P foi realizada por colorimetria, segundo Silva e Queiroz (2002). Em um tubo de ensaio, adicionou-se 200 µL da solução de extrato (amostra digerida), 8,4 mL de água Milli-Q, 1,0 mL de solução ácida de molibdato de amônia e 400 µL de solução de ácido ascórbico a 2%. Em seguida, foi feita a homogeneização em

agitador e, após 5 min, esperou-se o aparecimento da cor (azul). Depois realizou a leitura no espectrofotômetro UV-VIS, em comprimento de onda de 725 nm, utilizando uma cubeta de quartzo para a leitura das soluções. Fez-se a leitura do branco com água destilada, para que o mesmo, seja subtraído da leitura direta do equipamento. Os valores de leitura em absorbância obtidos foram aplicados na fórmula: $P = (0,2 \times \text{Leitura/Peso da amostra}) / 10000$, onde 0,2 representa o fator obtido da curva de calibração.

Os teores de Na e K foram determinados pelo método de fotometria de chama, segundo Silva e Queiroz (2002). Em um tubo de ensaio adicionou 2 mL do extrato e 2 mL de água Milli-Q, fez-se homogeneização. Depois foi realizada a leitura do branco, padrão e das amostras diretamente no fotômetro de chama. O equipamento foi ajustado e calibrado com soluções padrões de sódio e potássio antes das leituras.

Os teores de Ca, Mg, Mn e Cu foram determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica de chama, segundo Silva e Queiroz (2002). Adicionou-se no tubo de ensaio 200 µL do extrato, 3,5 mL de lantânio e 3,3 mL de água Milli-Q. Fez-se a homogeneização em agitador e a leitura no espectro de absorção atômica, selecionando previamente o comprimento de onda específico de cada elemento a ser analisado no software do equipamento. Para a leitura de cada elemento no aparelho foi feita uma curva de calibração padrão.

Os teores de Fe, Zn e Se foram determinados pelo método de espectrometria de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente - ICP-OES (Modelo Optima 4300DV, Perkin Elmer, Norwalk, CT,

EUA). Para a digestão, foram pesados 0,5 g de cada amostra e colocado em tubo de micro-ondas. Foram adicionados 2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) 30 % (v/v) em cada tubo e mantido coberto de um dia para o outro. Depois foram adicionados 3 mL de HNO_3 concentrado em cada tubo e, após 2 h este material foi submetido ao aquecimento em aparelho de micro-ondas de cavidade, segundo POP LMIN-008, rev. 07, e digerido a uma potência de 1200 W, temperatura a 200 °C em pressão de 120 psi. A temperatura e pressão foram mantidas por 5 min. Após a completa digestão, os tubos foram retirados do aparelho e mantidos na capela para esfriarem e foram abertos após 30 min. Após 15 min de descanso, estes foram filtrados em papel de filtro, filtragem lenta e avolumados para 25 mL. Depois foram realizadas leituras no ICP-OES, segundo POP da Embrapa LMIN-026, rev. 01.

Qualidade de cozimento

A avaliação da qualidade do cozimento foi realizada utilizando a metodologia proposta por Carvalho et al. (2017), com adaptações para o feijão-caupi (FREITAS et al., 2022). Duas amostras de 50 grãos de cada genótipo foram colocadas em sacos de organza e identificados. Dois sacos foram preparados por genótipo, ou seja, duas repetições. Os sacos foram colocados em água destilada por 60 minutos. Para cozinhar, os sacos foram colocados no fundo de uma panela de pressão elétrica (Eletrolux) com capacidade de 5 L. O nível de água utilizado foi de 3/5 da capacidade da panela, mantendo a água em quantidade suficiente para que os sacos fossem encharcados. Os grãos foram

cozidos por 30 minutos. Os tempos de molho e de cozimento foram pré-estabelecidos em testes preliminares.

A avaliação do percentual de grãos cozidos foi realizada com o auxílio do cozedor de Mattson (MATTSON, 1946). Amostras de vinte e cinco grãos cozidos por cultivar foram utilizadas e os pinos colocados sobre os grãos. O número de pinos que imediatamente perfuravam totalmente os grãos eram registrados. Quanto mais alto a porcentagem de grãos com pinos totalmente perfurados, maior a qualidade de cozimento.

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS versão 9 (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal e valor energético total

Os grãos das cultivares de feijão-caupi analisadas apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si para a maioria das características de qualidade analisadas (Tabela 1). A existência de variabilidade entre as cultivares permite a seleção de cultivares com melhores atributos nutricionais e funcionais. Resultados semelhantes foram encontrados por Bezerra et al. (2019) e Aludí, Asante e Mensah

(2020), ao analisarem a composição centesimal dos grãos de várias cultivares de feijão-caupi.

As cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique não apresentaram diferenças significativas entre si para o teor de umidade no grão. A cultivar BRS Inhuma apresentou o menor teor de umidade (8,60%), relativamente às demais cultivares, o que indica uma melhor estabilidade e menor susceptibilidade a deteriorações dos grãos ou as farinhas derivadas destes. Esse teor é menor do que os teores observados por Bezerra et al. (2019) e López-Morales et al. (2020), que observaram médias de 9,37 e 11,09%, avaliando, respectivamente, cultivares de feijão-caupi no Brasil e México.

Tabela 1. Composição centesimal e valor energético total (VET) de três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Característica | BRS Aracê | BRS | BRS |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Umidade | 9,48±0,10 a | 8,60±0,27 b | 9,94±0,52 a |
| Cinzas | 3,84±0,04 a | 3,70±0,07 a | 3,87±0,10 a |
| Lipídios | 1,92±0,31 a | 2,04±0,02 a | 1,95±0,09 a |
| Proteínas | 25,72±0,18 | 22,96±0,50 | 23,74±0,89 |
| Carboidratos | 59,04±0,48 | 62,68±0,49 | 60,49±0,90 |
| Fibras alimentares | 16,14±0,31 | 17,06±0,76 | 16,87±1,22 |
| Fibras alimentares | 3,63±0,14 b | 4,94±0,31a | 2,73±0,70c |
| Fibras alimentares | 12,51±0,21 | 12,12±0,46 | 14,13±0,51 |
| VET (Kcal) | 356,30±1,66 | 360,97±1,39 | 354,48±2,09 |

Médias±desvio padrão (n=3); valores na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

As cultivares de feijão-caupi avaliadas não apresentaram diferenças significativas entre si para o teor de cinzas (3,70 a 3,87%). Esses teores são próximos aos encontrados por Rios et al. (2018), que analisando as cultivares de feijão-caupi BRS Xiquexique, BRS Cauamé, BRS Guariba, BRS Novaera e BRS Itaim, observaram valores de cinzas de 3,65%; 3,43%; 3,53%; 2,06%; e 2,27%, respectivamente. Isso indica que as amostras utilizadas no presente trabalho apresentaram um maior resíduo inorgânico, cuja composição se destacam a presença em sua maioria de minerais.

Em relação aos teores de lipídios, as leguminosas geralmente apresentam baixos valores no grão quando comparados aos outros macronutrientes. As cultivares avaliadas no presente trabalho não apresentaram diferenças entre si para esse nutriente (1,92 a 2,04%), sendo os teores maiores do que os observados por Biana et al. (2020), que observaram variação de 0,13 a 0,60%, ao analisarem 15 cultivares de feijão-caupi no leste do Quênia, África.

Dentre as características utilizadas para avaliar a composição química das cultivares BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique, as proteínas se destacam pelo alto valor obtido, o que faz desse grão uma excelente fonte proteica a ser consumida e acrescida em diversos produtos alimentícios, com destaque para a BRS Aracê, com teor de 25,72%. Teores de proteínas acima de 20% são considerados bastante alto para leguminosas (ÇAKIR et al., 2019), o que pode ser observado neste estudo. Resultados semelhantes foram encontrados em várias cultivares de feijão-caupi por Rios et al. (2018) e Bezerra et al. (2019),

que obtiveram, variações de 21,73 a 25,27% e de 20,66-26,06%, respectivamente.

A RDC nº 269 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária determina que a IDR de proteínas para adultos é de 50 gramas dia⁻¹. Considerando que o teor de proteínas da cultivar BRS Aracê nesse estudo foi de 25,72 g 100g⁻¹, pode-se observar que o consumo de feijão-caupi atende 51,44% da necessidade diária ao consumir 100 g (BRASIL, 2005).

O teor de carboidratos obtidos nos grãos das cultivares de feijão-caupi analisados foi o mais elevado em relação aos demais componentes avaliados, especialmente na BRS Inhumá (62,68%), que diferiu significativamente ($p < 0,05$) das demais, o que a torna uma boa fonte de energia alimentar. Esse valor é semelhante à média geral observada por Rios et al. (2018), que foi de 62,38%, ao analisarem cinco cultivares de feijão-caupi, dentre elas a BRS Xiquexique, que apresentou um teor de carboidratos de 61,02%, valor este, próximo ao encontrado no presente trabalho (60,49%).

As cultivares de feijão-caupi analisadas também apresentaram em sua composição teores consideráveis de fibras alimentares totais (16,14% a 17,06%), não havendo diferenças estatísticas entre si. Os teores obtidos no presente trabalho estão acima daqueles observados por Kirse e Karklina (2015), que pesquisando esse nutriente em feijão-caupi encontraram uma variação de 12 a 14,80%, e abaixo dos valores observados por Eashwarage, Herath e Gunathilake (2017), que encontraram variação de 13,07 a 21,35%. Cruz et al. (2021) mostraram

que a ingestão de fibras está majoritariamente associada a alimentos *in natura* ou minimamente processados e que a densidade de fibras desse grupo superou em três vezes a dos ultraprocessados. Esses autores justificaram que a maior contribuição de fibras para o brasileiro derivou de alimentos como o arroz e os feijões, reafirmando a importância nutricional dessa combinação alimentar típica da cultura do país.

Pode-se inferir que as cultivares de feijão-caupi avaliadas se destacaram por apresentarem consideráveis teores de fibras alimentares solúveis e insolúveis, principalmente a BRS Inhumá em FAS (4,94%) e a BRS Xiquexique em FAI (14,13%). Garcia, Infante e Rivera (2010) encontraram valores menores para FAS (0,89%) e maiores para FAI (15,5%), respectivamente, nas cultivares de feijão-caupi Unare e Tuy, na Venezuela.

O consumo de fibras alimentares está diretamente relacionado com a diminuição da obesidade pela capacidade da formação de géis, que forram a parede do estômago, retardando o esvaziamento gástrico, aumentando assim a sensação de saciedade e por diminuírem a constipação intestinal, pois as fibras alimentares insolúveis aumentam o volume fecal retendo água, diminuindo o tempo de trânsito no cólon e o risco de ocorrência de hemorroidas e diverticulite, prevenindo assim a constipação e o câncer de cólon, ao passo que as fibras solúveis aumentam o volume fecal devido ao acúmulo de massa bacteriana durante sua degradação, melhorando o fluxo sanguíneo, aumento da absorção de água e de sódio, diminuição do pH e atuação no metabolismo da glicose e do colesterol, desempenhando efeitos

hipoglicemiante e hipocolesterolemiantes (FARIAS et al., 2018; JAYATHILAKE et al., 2018).

As cultivares de feijão-caupi avaliadas apresentaram valores energéticos totais de 360,97 kcal 100g⁻¹ (BRS Inhumana), seguido de 356,30 kcal 100g⁻¹ (BRS Aracê) e 354,48 kcal 100g⁻¹ (BRS Xiquexique), sem diferença significativa entre as duas últimas, denotando o valor de alta energia do grão integral dessas cultivares. Esses valores estão de acordo com os encontrados por Bezerra et al. (2019) nos grãos da cultivar Costela de Vaca (342,17 kcal 100g⁻¹); Rios et al. (2018), nos grãos da cultivar BRS Xiquexique (357,60 kcal 100g⁻¹); e LÓPEZ-MORALES et al. (2020), ao analisarem a resposta da aplicação de várias formas e dosagens de sulfato de zinco em uma cultivar de feijão-caupi no México (330,4 kcal 100g⁻¹ a 338,90 kcal 100g⁻¹).

Minerais

O feijão-caupi em comparação com outras leguminosas utilizadas na alimentação, apresenta-se como uma fonte em potencial em diversidade e quantidade de minerais, como observado na Tabela 2. As cultivares de feijão-caupi avaliadas não apresentaram diferenças significativas entre si em relação aos teores dos minerais fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K). Observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as cultivares para os teores de ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e selênio (Se).

Tabela 2. Teores de minerais presentes nos grãos de três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Mineral | BRS Aracê | BRS Inhuma | BRS Xiquexique |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| P (mg 100g ⁻¹) | 405,00±12,48 a | 384,00±15,71 a | 408,66±9,50 a |
| Ca (mg 100g ⁻¹) | 100,33±4,16 a | 106,33±9,23 a | 109,33±2,30 a |
| Mg (mg 100g ⁻¹) | 226,33±3,51 a | 226,00±3,46 a | 229,66±4,16 a |
| K (mg 100g ⁻¹) | 1450,66±27,30 a | 1385,66±39,88 a | 1475,00±41,90 a |
| Fe (mg 100g ⁻¹) | 6,58±0,04 a | 5,67±0,01 c | 6,30±0,04 b |
| Zn (mg 100g ⁻¹) | 3,92±0,03 a | 3,60±0,03 b | 3,92±0,10 a |
| Mn (mg 100g ⁻¹) | 1,51±0,02 a | 1,23±0,01 b | 1,53±0,02 a |
| Se (μg 100g ⁻¹) | 16,88±1,05 b | 77,05±2,74 a | 85,21±10,26 a |

Médias±desvio padrão (n=3); valores na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (p<0,05).

Entre todos os minerais, o K obteve o maior teor, apresentando uma variação de 1385,66 mg 100 g⁻¹ a 1475,00 mg 100 g⁻¹ entre as cultivares. Esses valores são maiores que os encontrados por Gonçalves

et al. (2020), avaliando 18 cultivares de feijão-caupi, que observaram valores de K variando de 1033 a 1339 mg 100 g⁻¹.

As cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique diferiram significativamente ($p < 0,05$) da cultivar BRS Inhumana para o teor de ferro nos grãos. Como esperado, o teor de ferro nas cultivares biofortificadas (BRS Aracê e BRS Xiquexique) foi maior do que 6,0 mg 100 g⁻¹. Segundo Freire Filho (2011), cultivares que apresentam teor de ferro acima de 6,0 mg 100 g⁻¹ são consideradas biofortificadas. Comportamento diferente foi observado por Rios et al. (2018) e Coelho et al. (2021), os quais encontraram um teor de ferro nos grãos da cultivar Xiquexique abaixo de 6,0 mg 100 g⁻¹, 5,27 e 5,6 mg 100 g⁻¹, respectivamente. A literatura relata que os teores de ferro em feijão-caupi variam de 4,70 a 10,59 mg 100 g⁻¹ (GERRANO et al., 2019; CARDONA-AYALA; ARAMENDIZ-TATIS; CAMACHO, 2021; DIAS-BARBOSA et al., 2021).

Segundo a RDC N° 269 da ANVISA (BRASIL, 2005), a ingestão diária recomendada de ferro é 14 mg para adultos, 27 mg para gestantes, 15 mg para lactantes e 6 a 9 mg para crianças. Um alimento é considerado “fonte” de minerais quando ele supre no mínimo 15% da IDR/100g e é considerado “alto teor” quando ele supre no mínimo 30% da IDR/100g (BRASIL, 2012). Considerando o grupo de pessoa sadia de uma população com maior demanda por ferro (gestantes, IDR = 27 mg), quando 100 g de grãos de uma cultivar de feijão-caupi contém 4,05 mg de ferro (15% da IDR), o seu atributo é considerado como “fonte” e quando contém 8,10 mg de ferro (30% da IDR) o seu atributo é

considerado como “alto teor”. Assim, a cultivar com maior teor de ferro no presente estudo (BRS Aracê, Fe = 6,58 mg 100 g⁻¹) é “fonte” de ferro e consegue suprir em 81,23% das necessidades de ingestão diária de ferro de uma gestante. No entanto, em adultos, lactantes e crianças, o seu atributo é considerado como “alto teor” de ferro e consegue suprir totalmente as necessidades diárias de ferro do organismo.

As cultivares de feijão-caupi biofortificadas (BRS Aracê e BRS Xiquexique) diferiram significativamente ($p < 0,05$) da cultivar BRS Inhuma (não biofortificada) para os teores de zinco e manganês nos grãos, com valores de zinco próximos de 4,0 mg 100 g⁻¹ (3,92 mg 100 g⁻¹) e de manganês em torno de 1,5 mg 100 g⁻¹. Os teores de Mn são similares aos observados por Rios et al. (2018), avaliando cinco cultivares de feijão-caupi.

Segundo Freire-Filho (2011), as cultivares de feijão-caupi que apresentam teor de zinco acima de 40 mg kg⁻¹ (4,0 mg 100 g⁻¹) são consideradas biofortificadas. Assim, as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique representam excelentes fontes de zinco para o fortalecimento da imunidade da população e combate a doenças como a covid-19. Esses teores de zinco são superiores aos encontrados em cultivares de feijão comum (COELHO et al., 2021). Em estudos recentes desenvolvidos por Gerrano et al. (2019), Dias-Barbosa et al. (2021), Cardona-Ayala, Aramendiz-Tatis e Camacho (2021) e Silva et al. (2021b) envolvendo uma ampla diversidade genética de feijão-caupi, o teor de zinco em feijão-caupi variou entre 3,16 e 6,50 mg 100 g⁻¹.

Segundo a RDC N° 269 da ANVISA (BRASIL, 2005), a IDR de zinco é 7 mg para adultos, 11 mg para gestantes, 9,5 mg para lactantes e 4,1 a 5,6 mg para crianças. Considerando o grupo de pessoa sadia de uma população com maior demanda por zinco (gestantes, IDR = 11 mg) e as porcentagens de IDR apresentadas na RDC N° 54 da ANVISA (BRASIL, 2012), quando 100 g de grãos das cultivares de feijão-caupi analisadas no presente estudo (BRS Aracê e BRS Xiquexique) contém 1,65 mg de zinco (15% da IDR), o seu atributo é considerado como “fonte” e quando contém 3,3 mg de zinco (30% da IDR) o seu atributo é considerado como “alto teor”. Assim, como os teores de zinco presentes nos grãos dessas cultivares estão acima de 3,3 mg 100g⁻¹, os seus atributos são considerados como “alto teor, podendo suprir totalmente as necessidades diárias de ingestão de zinco de adultos, gestantes, lactantes e crianças.

As cultivares de feijão-caupi BRS Inhumá e BRS Xiquexique diferiram significativamente ($p < 0,05$) da cultivar BRS Aracê para o teor de selênio nos grãos (77,05 e 82,21 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$). Esses teores são inferiores aos obtidos por Silva et al. (2021a), que avaliando a resposta de 29 genótipos de feijão-caupi à aplicação de selenato de sódio, observaram uma variação no teor de Se dos grãos de 54,97 a 246,21 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$.

Segundo a RDC N° 269 da ANVISA (BRASIL, 2005), a IDR de selênio é 34 μg para adultos, 30 μg para gestantes, 35 μg para lactantes e 17 a 21 μg para crianças. Considerando o grupo de pessoa sadia de uma população com maior demanda por selênio (lactantes, IDR

= 35 µg) e as porcentagens de IDR apresentadas na RDC N° 54 da ANVISA (BRASIL, 2012), quando 100 g de grãos das cultivares de feijão-caupi analisadas no presente estudo contém 5,25 µg de selênio (15% da IDR), o seu atributo é considerado como “fonte” e quando contém 10,50 µg de selênio (30% da IDR) o seu atributo é considerado como “alto teor”. Assim, como os teores de selênio presentes nos grãos dessas cultivares estão acima de 10,50 µg 100 g⁻¹, os seus atributos são considerados como “alto teor, podendo suprir totalmente as necessidades diárias de ingestão de selênio de adultos, gestantes, lactantes e crianças.

Portanto, o Se presente nos grãos dessas cultivares é importante na atuação em processos antioxidantes, contribuindo para o bom funcionamento do sistema imunológico e da tireoide. Por ser um agente quimiopreventivo, a nutrição adequada com Se é capaz de reduzir o risco de câncer, podendo retardar ou reduzir a prevalência de sua recorrência (SILVA et al., 2021a).

Taninos condensados e ácido fítico

Os taninos são metabólitos secundários presentes em plantas, sendo classificados em dois tipos: hidrolisáveis (galotaninos, elagitaninos) e condensados (não hidrolisáveis), podendo variar de acordo com as condições climáticas e geográficas, maturação, dentre outros, apresentando uma composição química variada (BENEVIDES et al., 2011), como se observa na Tabela 3. Os grãos das cultivares de feijão-caupi analisadas no presente estudo apresentam uma alta

concentração de taninos condensados, principalmente a cultivar BRS Aracê (522,60 mg EC 100 g⁻¹).

Tabela 3. Teores de taninos condensados e ácido fítico em três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Característica | BRS Aracê | BRS Inhuma | BRS Xiquexique |
|--|----------------|-------------------|-------------------|
| Taninos condensados | 522,60±18,45 a | 153,60±15,90 c | 310,90±16,95 b |
| Ácido fítico (mg 100 g ⁻¹) | 10,16±13,00 a | 8,94±33,00 b | 9,87±38,00 a |

EC: Equivalentes de Catequina. Médias±desvio padrão; n=3; valores na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey (p<0,05).

Esses compostos quando ingeridos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos, pois interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e quando ingeridos em grandes quantidades podem provocar efeitos fisiológicos adversos como reações tóxicas ou diminuir a biodisponibilidade de minerais e aminoácidos essenciais; porém, quando esses alimentos são submetidos a determinados processamentos, como a cocção, esses fatores antinutricionais (FANs) podem ser reduzidos ou até mesmo eliminados (HIGASHIJIMA et al., 2020). Se por um lado os taninos condensados são antinutricionais e o seu baixo teor é uma vantagem, por outro lado são antioxidantes, mostrando que a sua presença no grão é importante para a saúde humana.

Os teores de taninos condensados observados nas cultivares de feijão-caupi analisadas são superiores aos obtidos por Cunha et al. (2020), que ao analisarem os grãos de duas linhagens de feijão-caupi, observaram valores de 43,64 mg EC 100g⁻¹ na MNC03-737F-5-9 e 51,83 mg EC 100g⁻¹ na MNC03-737F-5-4.

O ácido fítico é encontrado, principalmente, na casca da maioria dos cereais e leguminosas, em concentrações de 1 a 3% de matéria seca, estando presentes nos feijões, lentilha, ervilha, proteína texturizada de soja, sementes, nozes e grãos integrais. Ele complexa outros nutrientes, principalmente minerais, tornando-os indisponíveis. Durante a cocção, o fitato vai perdendo ligações fosfato, transformando-se de um hexafosfato de Inositol, em penta, tetra ou trifosfato, perdendo a sua capacidade inibitória (HIGASHIJIMA et al., 2020).

Em relação às cultivares de feijão-caupi analisadas, os seus grãos apresentaram teores significativos de ácido fítico, em maiores concentrações na BRS Aracê (10,16 mg g⁻¹) e BRS Xiquexique (9,87 mg g⁻¹) e em menor quantidade na BRS Inhuma. Um estudo realizado na Colômbia por De-Paula, Jarma-Arroyo e Aramendiz-Tatis (2018)⁶ em cultivares de feijão-caupi, mostrou que a cultivar Criollo Córdoba apresentou o maior valor no teor de ácido fítico (12,267 mg g⁻¹) e a cultivar L042 apresentou um teor mais baixo (9,63 mg g⁻¹) com melhores características nutricionais e menor teor de ácido fítico. Gonçalves et al. (2020), avaliando 18 cultivares de feijão-caupi, observaram uma variação para o teor de ácido fítico de 6,67 a 12,22 mg g⁻¹.

Observou-se que a cultivar BRS Inhumana apresentou em seus grãos teores mais baixos de taninos condensados e ácido fítico. O menor teor de fatores antinutricionais indica que essa cultivar pode apresentar uma maior biodisponibilidade de minerais do que as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique.

Qualidade de cozimento

A qualidade de cozimento foi avaliada por meio da porcentagem de grãos cozidos, apresentada na Tabela 4. As cultivares apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre si para essa característica, sendo a BRS Aracê superior às demais, com a maior porcentagem de grãos cozidos (95,80%). A cultivar BRS Xiquexique também apresentou alta qualidade de cozimento (89,33%), sendo superior à BRS Inhumana, que mostrou a menor porcentagem de grãos cozidos (42,82%), apresentando menor qualidade de cozimento, relativamente às demais cultivares avaliadas.

Tabela 4. Porcentagem de grãos cozidos de três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Cultivar | Porcentagem de grãos cozidos (%) |
|----------------|-------------------------------------|
| BRS Aracê | 95,80 a |
| BRS Inhuma | 42,82 c |
| BRS Xiquexique | 89,33 b |
| Média geral | 75,98 |

Médias±desvio padrão; n=3; valores na mesma linha com letras diferentes são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A porcentagem de grãos cozidos variou de 42,82% a 95,80%, com média geral de 75,98%. Carvalho et al. (2017), avaliando 252 progênies de feijão comum em três localidades em Minas Gerais, Brasil, utilizaram a mesma metodologia e encontraram um percentual médio de grãos cozidos de 36,71%, bem inferior à média obtida no presente estudo. Freitas et al. (2022), avaliando 100 genótipos de feijão-caupi, observaram uma média de porcentagem de grãos cozidos de 68,7%, abaixo da média encontrada no presente trabalho. Esses autores, obtiveram porcentagem de grãos cozidos de 42% na cultivar BRS Inhuma, valor similar ao obtido no presente trabalho (42,82%).

Segundo Freitas et al. (2022), essa metodologia utiliza um tempo fixo médio para o cozimento dos grãos de 30 minutos, então os genótipos que apresentam alta porcentagem de grão cozidos provavelmente atingem o cozimento em tempo menor que 30 minutos. Portanto, as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique apresentam grãos

de cozimento rápido e, portanto, tem potencial para fornecer um alimento altamente nutritivo em menos tempo de preparo e menor gasto de energia.

CONCLUSÕES

As cultivares de feijão-caupi BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique representam boas fontes de macrominerais. BRS Aracê e BRS Xiquexique destacam-se em ferro e zinco e qualidade de cozimento e BRS Inhuma e BRS Xiquexique são ricas em fibras solúveis e insolúveis e selênio. A cultivar BRS Inhuma apresenta alto teor de carboidratos e fibras alimentares solúveis, mas baixo teor dos fatores antinutricionais taninos condensados e ácido fítico, relativamente às cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique.

REFERÊNCIAS

- ADDY, S. N. T. T. et al. Genetic studies on the inheritance of storage-induced cooking time in cowpeas [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]. *Frontiers in Plant Science*, 11:444, 2020.
- ALUDI, M. S.; ASANTE, I. K.; MENSAH, H. K. Evaluation of nutritional and phytochemical variability of cowpea recombinant inbred lines under contrasting soil moisture conditions in the Guinea and Sudan savanna agro-ecologies. *Helyion*, 6:03406, 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. *Official methods of analysis*. 19th ed. Gaithersburg, 2012.

3000p.

BENEVIDES, C. M. J. et al. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 18(2):67-79, 2011.

BEZERRA, J. M. et al. Composição química de oito cultivares de feijão-caupi. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1):41-47, 2019.

BIAMA, P. K. et al. Nutritional and technological characteristics of new cowpea (*Vigna unguiculata*) lines and varieties grown in eastern Kenya. *Food and Nutrition Sciences*, 11(5):416-430, 2020.

BRASIL. Ministry of Health. Resolution RDC n°. 54, of November 12 2012. Technical Regulation on Complementary Nutritional Information. Official Diary of the Union. 2012 November 12. Available in: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html. Access in: April 10, 2022.

BRASIL. Ministry of Health. Resolution RDC n°. 269, of September 22 2005. Technical regulation on recommended daily intake (RDI) for protein, vitamins and minerals. Official Diary of the Union. 2005 September 2. Available in: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-269-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>. Access in: April 10, 2022.

ÇAKIR, O. et al. Nutritional and health benefits of legumes and their distinctive genomic properties. *Food Science and Technology*, 39(1):1-12, 2019.

CARDONA-AYALA, C. E.; ARAMENDIZ-TATIS, H.; CAMACHO, 94

- M. M. E. Adaptability and stability for iron and zinc in cowpea by AMMI analysis. *Revista Caatinga*, 34(3):590-598, 2021.
- CARVALHO, B. L. et al. New strategy for evaluating grain cooking quality of progenies in dry bean breeding programs. *Crop Breeding and Applied and Biotechnology*, 17(2):115-117, 2017.
- COELHO, R. C. et al. Expanding information on the bioaccessibility and bioavailability of iron and zinc in biofortified cowpea seeds. *Food Chemistry*, 347:129027, 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, setembro 2021. Brasília, DF: CONAB, 8(12):12-14, 2021.
- CRUZ, G. L. et al. Alimentos ultraprocessados e o consumo de fibras alimentares no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 26(9):4153-4161, 2021.
- CUNHA, E. M. F. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em linhagens de feijão-caupi. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; OLIVEIRA, A. R. F.; CORDEIRO, K. V. A transformação da agronomia e o perfil do novo profissional. Ponta Gross, PR: Editora Atena, 2020. p. 1-6.
- DE-PAULA, C. D.; JARMA-ARROYO, S.; ARAMENDIZ-TATIS, H. Caracterización nutricional y determinación de ácido fítico como factor antinutricional del frijol caupí. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 29-40, 2018.
- BARROS, N. V. A.; ROCHA, M. M.; MOREIRA-ARÚJO, R. S. R. Efeito do processamento no teor de compostos bioativos em cultivares

de feijão-caupi. **Nutrição em Pauta**, p. 38-42, 2019.

DIAS-BARBOSA, C. Z. M. C. et al. Selection of cowpea elite lines for iron and zinc biofortification. *Current Nutrition and Food Science*, 17(1):48-58, 2021.

DIOUF, A. et al. Improving nutritional quality of cowpea (*Vigna unguiculata*) by soaking process. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 10(1):37-41, 2020.

EASHWARAGE, I. S.; HERATH, H. M. T.; GUNATHILAKE, K. G. T. Dietary fibre, resistant starch and *in-vitro* starch digestibility of selected eleven commonly consumed legumes (mung bean, cowpea, soybean and horse gram) in Sri Lanka. *Research Journal of Chemical Sciences*, 7(2):1-7, 2017.

FARIAS, J. T. F. et al. Efeitos e benefícios da ingestão de fibras alimentares na prevenção de doenças crônicas: uma revisão de literatura. *International Journal of Nutrology*, 11(1):S24-S327, 2018.

FREIRE-FILHO, F. R. (Ed.). Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREITAS, T. K. T. et al. Potential of cowpea genotypes for nutrient biofortification and cooking quality. *Revista Ciência Agronômica*, 53:20218048, 2022.

FROTA, K. M. G. et al. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) na elaboração de produtos de panificação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30:44-50, 2010.

GARCIA, O. E.; INFANTE, B.; RIVERA, C. J. Comparison of dietary fiber values between two varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.)

- Walp.) of Venezuela, using chemical and enzymatic gravimetric methods. *Revista Chilena de Nutrición*, 37(4):455-460, 2010.
- GERRANO, A. S. et al. Selection of cowpea genotypes based on grain mineral and total protein content. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 19(2):155-166, 2019.
- GONÇALVES, F. V. et al. Protein, phytate and minerals in grains of commercial cowpea genotypes. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 92(1):20180484, 2020.
- HIGASHIJIMA, N. S. et al. Fatores antinutricionais na alimentação humana. *Segurança Alimentar e Nutricional*, 27:1-16, 2020.
- JAYATHILAKE, C. et al. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13):4793-4806, 2018.
- KHALID, I. I.; ELHARDALLOU, S. B. Factors that compromise the nutritional value of cowpea flour and its protein isolates. *Food and Nutrition Sciences*, 7:112-121, 2016.
- LÓPEZ-MORALES, D. et al. Impact of agronomic biofortification with zinc on the nutrient content, bioactive compounds, and antioxidant capacity of cowpea bean (*Vigna unguiculata* L. Walpers). *Agronomy*, 10:1460, 2020.
- KIRSE, A.; KARKLINA, D. Integrated evaluation of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and maple pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) spreads. *Agronomy Research*, 13(4):956-968, 2015.
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloidchemical and biochemical study. *Acta Agriculturae Suecana*, 2:85-190, 1946.

RIOS, M. J. B. L. et al. Chemical, granulometric and technological characteristics of whole flours from commercial cultivars of cowpea. *Revista Caatinga*, 31(1):217-224, 2018.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, K, J, D.; ROCHA, M. M.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. Socioeconomia. In: BASTOS. E. A. (Coord.). *A Cultura do feijão-caupi no Brasil*. Teresina: Embrapa Meio-Norte; Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Divisão de Análise de Risco de Pragas, 2016. p. 6-12.

SILVA, V. M. et al. Application of sodium selenate to cowpea (*Vigna unguiculata* L.) increases shoot and grain Se partitioning with strong genotypic interactions. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 67:126781, 2021a.

SILVA, V. M. et al. Agronomic biofortification of cowpea with zinc: variation in primary metabolism responses and grain nutritional quality among 29 diverse genotypes. *Journal of Trace Plant Physiology and Biochemistry*, 162:378-387, 2021b.

STATISTICAL ANALYS SYSTEM - SAS. SAS/Stat Software 12.1. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2012.

WATT, B.; MERRILL, A. L. *Composition of foods: raw, processed, prepared*. Washington: Agricultural Research Service, 1963. 198p. (Agriculture Handbook, 8).

ARTIGO 2

Caracterização de compostos bioativos, atividade antioxidante e cor do tegumento do grão em feijão-caupi

Characterization of bioactive compounds, antioxidant capacity and coat-grain color in cowpea

Adolfo Marcito Campos de Oliveira¹, Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo¹, Fernanda de Oliveira Gomes¹, Kaesel Jackson Damasceno-Silva², Maurisrael de Moura Rocha^{2*}

*Autor correspondente.

¹Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil

*Autor correspondente: maurisrael.rocha@embrapa.br



Periódico: Food Science and Technology
Qualis Scopus (2021): A4

RESUMO - O feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica na região Nordeste do Brasil. O seu grão é rico em proteínas, carboidratos, fibras dietéticas, minerais e vitaminas, bem como compostos bioativos e, apresentando atividade antioxidante, atuando no combate à desnutrição e contribuindo para a melhoria da saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compostos bioativos e a atividade antioxidante, bem como investigar a associação desses compostos com a cor do tegumento do grão em cultivares de feijão-caupi. As análises fotoquímicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica da Universidade Federal do Piauí. Foram analisados os grãos integrais de três cultivares de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique) para a cor do tegumento do grão, ácidos fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e atividade antioxidante (método DPPH). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As cultivares de feijão-caupi avaliadas diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si para a cor do tegumento do grão, compostos bioativos e capacidade antioxidante. Os taninos condensados é o composto bioativo que mais influencia a capacidade antioxidante, enquanto os flavonoides são os mais determinantes da pigmentação de cor do tegumento do grão. Os ácidos fenólicos são os compostos que mais influenciam na claridade do tegumento do grão. A cor do tegumento do grão tem influência negativa sobre a atividade antioxidante dos grãos integrais das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante, cor da semente.

ABSTRACT - Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a legume of great socioeconomic importance in the Northeast region of Brazil. Its grain is rich in proteins, carbohydrates, dietary fibers, minerals and vitamins, as well as bioactive compounds and, presenting antioxidant activity, acting in the fight against malnutrition and contributing to the improvement of consumer health. The objective of this work was to characterize the bioactive compounds and the antioxidant activity, as well as to investigate the association of these compounds with the color of the seed coat in cowpea cultivars. Phytochemical analyzes were performed at the Laboratory of Bromatology and Biochemistry of the Federal University of Piauí. The whole grains of three cowpea cultivars (BRS Aracê, BRS Inhumá and BRS Xiquexique) were analyzed for seed coat color, total phenolic acids, total flavonoids, condensed tannins and antioxidant activity (DPPH method). Data were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey's test ($p < 0.05$). The evaluated cowpea cultivars differed significantly ($p < 0.05$) from each other for seed coat color, bioactive compounds, and antioxidant capacity. Condensed tannins are the bioactive compound that most influences the antioxidant capacity, while flavonoids are the most determinant of the color pigmentation of the seed coat. Phenolic acids are the compounds that most influence the clarity of the seed coat.

The color of the seed coat has a negative influence on the antioxidant activity of the whole grains of the evaluated cowpea cultivars.

Keywords: *Vigna unguiculata*; total phenolics, total flavonoids, condensed tannins, antioxidant activity; seed color.

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi ou feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa amplamente cultivada na Ásia, América Central e do Sul e África (SOMBIÉ et al., 2018; SANTOS et al., 2021). É um alimento muito importante para as populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil, representando uma excelente fonte de proteínas e minerais (FREITAS et al., 2022). É o tipo de feijão mais plantado e consumido na região Nordeste do Brasil, gerando emprego e renda para milhares de pessoas, principalmente as de baixa renda (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2018).

As sementes de feijão-caupi, além das fibras alimentares, também contêm compostos bioativos que podem ser benéficos para a saúde humana (PARVEZ et al., 2019). Os compostos fenólicos é o grupo mais importante de compostos bioativos presentes no grão de feijão-caupi e têm o potencial de proteger o organismo contra doenças crônicas. Os principais compostos fenólicos presentes nas leguminosas, particularmente no feijão-caupi, são os ácidos fenólicos e flavonoides. Os flavonoides também desempenham um papel importante na proteção das plantas (SOMBIÉ et al., 2018).

Alguns relatos da literatura têm mencionado que os compostos fenólicos presentes no grão de feijão-caupi estão mais concentrados no

tegumento do grão e que poderiam estar relacionados com sua coloração (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2017, 2018; SOMBIÉ et al., 2018). Outros estudos demonstraram que há uma clara diferença entre os compostos constituintes do cotilédone e do tegumento do grão em feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Especificamente, derivados dos ácidos fenólicos são compostos majoritários dos cotilédones, enquanto no tegumento existem diferentes flavonoides e, em menor grau, taninos (MADRERA et al., 2021).

Estudos fitoquímicos realizados em tegumentos de grãos e sementes de diversas cultivares de feijão-caupi revelaram perfis químicos de compostos fenólicos como flavonóides e ácidos fenólicos (BARROS et al., 2017; CAVALANTE et al., 2017; MOREIRA-ARAÚJO et al., 2017, 2018; SOMBIÉ et al., 2018; CUNHA et al., 2020; SANTOS et al., 2021; VIEIRA et al., 2021). Segundo esses autores, esses compostos estão associados a diversas atividades biológicas, principalmente como agentes antioxidantes e anti-inflamatórios. Isso ratifica o feijão-caupi como alimento funcional e bioativo, garantindo uma alimentação saudável (BARROS et al., 2019; SANTOS et al., 2021). Esses compostos podem ser mais explorados para seu possível uso como aditivo natural em alimentos, na indústria farmacêutica e na alimentação animal⁸ (ADJEI-FREMAH et al., 2015).

A cor do tegumento do grão é um importante determinante da qualidade visual do grão, desempenhando papel importante na preferência do consumidor e, conseqüentemente, no preço do produto (ROCHA; DAMACENO-SILVA; MENEZES-JÚNIOR, 2017).

Embora a literatura acima mencione que os compostos fenólicos têm um efeito importante na cor das sementes de feijão-caupi, são escassos os estudos utilizando o coeficiente de correlação entre a cor do tegumento do grão e esses compostos via sistema de escala de cores CIELab (FRANCIS, 1988).

O presente trabalho objetivou avaliar os teores de fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados, bem como investigar a associação entre esses compostos e a cor do tegumento do grão em cultivares de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria prima

Foram utilizadas amostras de grãos de três cultivares comerciais de feijão-caupi (BRS Aracê, BRS Inhuma e BRS Xiquexique), desenvolvidas e cedidas pela Embrapa Meio-Norte, com sede em Teresina, Piauí, Brasil. As variedades foram cultivadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte no segundo semestre de 2020 sob condição irrigada. Após a colheita, amostras de grãos de cada cultivar foram utilizadas para a realização das análises nutricionais e funcionais. Algumas características dos grãos dessas cultivares são apresentadas na Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Características dos grãos das cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê, BRS Inhumá e BRS Xiquexique.

| Cultivar | Cor do tegumento do grão | Forma do grão | Tamanho do grão (peso de 100 grãos) |
|----------------|--------------------------|---------------|-------------------------------------|
| BRS Aracê | Verde | Reniforme | 18g |
| BRS Inhumá | Marrom | Quadrangular | 21g |
| BRS Xiquexique | Branco | Arredondado | 16g |



Figura 1. Amostras de sementes das cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê (A), BRS Inhumá (B) e BRS Xiquexique (C).

Preparo das amostras

Amostras de grãos das cultivares de feijão-caupi foram selecionadas, eliminando-se os grãos com defeitos ou estragados. Estas foram depois pulverizadas em moedor elétrico semi-industrial (Tecnal modelo TE-651/2-T). A farinha de feijão-caupi (0,5 mesh) foi armazenada em sacos de polietileno hermeticamente fechadas sob refrigeração (8°C) até a realização das análises.

Análises químicas

As análises de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e capacidade antioxidante foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

Fenólicos totais

Os compostos fenólicos foram determinados por meio do reagente *Folin-Ciocalteu*, utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Inicialmente foi preparado um extrato e a partir deste serão realizadas as análises. A obtenção dos extratos foi realizada de acordo com Rufino et al. (2007), os solventes utilizados para extração foram o metanol 50% (50:50, v/v), acetona 70% (70:30, v/v) e água, na proporção de 2:2:1, e a leitura da absorbância foi medida em 765 nm usando um espectrofotômetro. A quantificação de fenólicos totais foi realizada pela interpolação a uma curva padrão de ácido gálico e os valores expressos em mg GAE (Equivalente a Ácido Gálico) 100 g⁻¹ de amostra.

Flavonoides totais

Para a determinação de flavonoides totais utilizou-se o método descrito por Kim; Jeong e Lee (2003) e modificado por Blasa et al. (2006). Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato e 0,3 mL de nitrito de sódio (NaNO₂) 5% m/v, passados 5 minutos, foi adicionado 0,3 mL de cloreto de alumínio (AlCl₃) 10% m/v, após decorridos mais

6 minutos, adicionou 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M, e seguida, as absorbâncias das amostras foram mensuradas a 425 nm em espectrofotômetro digital. Diferentes concentrações de quercetina (0-100 mg/L) foram utilizadas para a construção de uma curva padrão e os resultados expressos em mg EQ (Equivalentes a Quercetina) 100 g⁻¹ de amostra.

Atividade antioxidante

A análise da atividade antioxidante foi realizada no laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. Foi determinada pelo método de sequestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) desenvolvido por Brand-Williams, Curvelier e Berset (1999). A absorbância foi então medida em 515 nm em um espectrofotômetro (BEL, Modelo 1102, Monza, Milão, Itália). Uma curva padrão foi construída usando Trolox em diferentes concentrações (0-100 mg/L) como referência. Os resultados foram comparados com o antioxidante padrão, Trolox, e expressos em µmol TEAC (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) 100 g⁻¹ de amostra.

Taninos condensados

O teor de taninos condensados foi determinado com base no método da vanilina, segundo Price, Scoyoc e Butler (1978). Inicialmente, preparou-se o reagente vanilina por meio da adição de 0,5 g do reagente em 200 mL de solução metanol-HCl a 4% (v/v). No

procedimento, 1 mL do extrato da amostra foi adicionado em 5 mL do reagente vanilina, aguardando-se a reação por 20 min na ausência de luz e em temperatura ambiente. Similarmente, o branco foi preparado com a adição de 1 mL do solvente utilizado para elaboração do extrato em 5 mL do reagente vanilina.

As leituras das absorbâncias do branco e das amostras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (modelo 22PC, marca Spectrumlab, USA). Utilizou-se a catequina como padrão e os resultados foram expressos como miligrama de equivalente de catequina/100 g amostra.

Análises físicas

Cor do tegumento do grão

A análise da cor do tegumento do grão das cultivares de feijão-caupi avaliadas foi realizada no Laboratório de Sementes da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI. A avaliação da coloração do tegumento dos grãos foi realizada com colorímetro manual, marca Minolta®, modelo CR-410. Os grãos pré-selecionados para retiradas de impurezas que pudessem comprometer as leituras de cor foram colocados em compartimento de PVC próprios para a leitura colorimétrica, os quais não permitem interferência de luz externa. Foram determinadas três aferições para cada cultivar.

A aferição foi realizada seguindo o sistema de escala CIE 1976 (Lab*) ou CIELab, na qual o parâmetro L* representa a escala de luminosidade de 0 a 100, a* representa a escala do verde (-60) ao

vermelho (+60) e b^* representa a escala do azul (-60) ao amarelo (+60) (NAIKER; GERRANO; MELLEME, 2019).

Análises estatísticas

Os resultados, apresentados como média \pm desvio para análise em triplicata, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise de correlação de Pearson foi usada para determinar a associação entre fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados, atividade antioxidante e as escalas de cores (L^* , a^* e b^*) do tegumento do grão determinadas via calorímetro. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS (SAS INSTITUTE, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Compostos bioativos

Os teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e a atividade antioxidante dos grãos integrais das cultivares de feijão-caupi analisadas são mostrados na Tabela 3.

Tabela 2. Teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e capacidade antioxidante dos grãos integrais de três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Característica | BRS Aracê | BRS Inhuma | BRS |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fenólicos totais (mg EAG* 100g ⁻¹) | 134,77±34,45 | 289,87±24,83 | 780,29±39,55 a |
| Flavonoides totais (mg EQ** 100g ⁻¹) | 45,10±0,01 b | 333,30±8,63 a | 22,20±3,60 c |
| Taninos condensado (mg EC***100g ⁻¹) | 522,60±18,45 a | 153,60±15,90 c | 310,90±16,95 b |
| Atividade antioxidante | 706,95±10,57 a | 348,92±2,52 | 575,40±5,48 b |

*EAG: Equivalentes de ácido gálico; **EQ: Equivalente de quercetina; ***EC: Equivalentes de Catequina. TEAC: Capacidade antioxidante equivalente de Trolox; médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Observa-se que as três cultivares de feijão-caupi avaliadas são excelentes fontes de compostos fenólicos totais e flavonoides totais, destacando-se os valores de 780,29 mg GAE100 g⁻¹ na cultivar BRS Xiquexique e 335,10 mg QE 100 g⁻¹ na cultivar BRS Inhuma. Sombié et al. (2018), avaliando 31 variedades de feijão-caupi em Burkina Faso, África, obtiveram teores menores para esses compostos antioxidantes, com variação de 63,14 a 480 mg GAE 100 g⁻¹ para fenólicos totais e 7,46 a 23,95 mg QE 100 g⁻¹ para flavonoides totais. Outro estudo conduzido por Nassourou et al. (2020) com várias populações de feijão-caupi em Camarões, África, verificaram teores de flavonoides totais maiores (362,16-494,42 mg QE 100 g⁻¹) do que os observados no presente trabalho.

Estudos realizados no Brasil por Cavalcante et al. (2017) com quatro cultivares de feijão-caupi, obtiveram teores que variaram de 89,40 a 295,20 mg GAE 100 g⁻¹ para fenólicos totais e de 109,0 a 164,0 mg QE 100 g⁻¹ para flavonoides totais. Barros et al. (2017) observaram maiores teores de fenólicos totais (205,00 mg GAE 100 g⁻¹) na cultivar BRS Aracê e menor (199,05 mg GAE 100 g⁻¹) na cultivar BRS Xiquexique e, de flavonoides totais maiores, 58,35 e 67,96 mg QE 100 g⁻¹, respectivamente, para essas cultivares. Isso evidencia a importância das cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique como excelentes fontes de compostos bioativos.

Moreira-Araújo et al. (2017) avaliaram os genótipos de feijão-caupi BRS Tumucumaque e a linhagem Pingo-de-Ouro 1-2 e determinaram teores entre 177 e 437 mg GAE 100 g⁻¹ para fenólicos totais e entre 6,44 e 45,8 mg QE 100 g⁻¹ para flavonóides totais. Posteriormente, Moreira-Araújo et al. (2018) analisaram a cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique e observaram menor teor de fenólicos totais (199,05 mg GAE 100 g⁻¹) e maior de flavonoides totais (67,96 mg QE 100 g⁻¹), quando comparado aos obtidos no presente estudo.

As possíveis diferenças apontadas entre os valores das pesquisas, indicam que o metabolismo do genótipo pode influenciar na quantificação dos compostos avaliados, bem como as condições edafoclimáticas de cultivo, além das metodologias utilizadas para a determinação desses compostos.

O consumo de compostos fenólicos presentes nas cultivares de feijão-caupi analisadas no presente estudo pode repercutir em reflexos

positivos na saúde da população, pois um estudo evidenciou que esses compostos inativaram enzimas digestivas de carboidratos, como α -amilase e β -glicosidase, e de agentes anti-hipoglicêmicos, indicando que essas enzimas desempenham um papel vital no controle dos níveis de glicose no sangue e da obesidade, devido à sua capacidade de reduzir a reabsorção de glicose no intestino (MOLOTO et al., 2020).

Atividade antioxidante

A cultivar BRS Aracê apresentou elevada atividade antioxidante ($706,95 \mu\text{mol ETCA } 100 \text{ g}^{-1}$), diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) das cultivares BRS Xiquexique e BRS Inhuma (grão marrom). A cultivar BRS Inhuma apresentou a menor atividade antioxidante ($348,92 \mu\text{mol ETCA } 100 \text{ g}^{-1}$) entre as cultivares analisadas. Esses teores estão de acordo com os obtidos por Barros et al. (2017), que observaram $614,7$ e $575,4 \mu\text{mol ETCA } 100 \text{ g}^{-1}$ para as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique, respectivamente, utilizando o método DPPH. Moreira-Araújo et al. (2018), analisaram a cultivar BRS Xiquexique pelo método DPPH, também obtiveram teor próximo ($575,4 \mu\text{mol ETCA } 100 \text{ g}^{-1}$) ao obtido no presente trabalho.

Os altos teores de compostos fenólicos relatados neste trabalho podem ser explicados pela cor do tegumento do grão, que segundo Moreira-Araújo et al. (2018) e Sombié et al. (2018), influencia na capacidade antioxidante. De fato, a cultivar com maior capacidade antioxidante (BRS Aracê) é colorida. Sombié et al. (2018), evidenciou alta correlação entre a atividade antioxidante e a cor do grão, sendo maior nas cultivares com grãos coloridos e menor nas cultivares de

grãos incolores. No entanto, a cultivar BRS Xiquexique, a que apresentou maior valor de fenólicos totais, tem o tegumento do grão de cor branco e mostrou a segunda melhor atividade antioxidante; por outro lado, a cultivar BRS Inhumá, que tem grão colorido (marrom), obteve a menor atividade antioxidante, porém, ainda assim, um valor alto (348,92 $\mu\text{mol ETCA } 100 \text{ g}^{-1}$).

O resultado obtido para a atividade antioxidante da cultivar BRS Inhumá, a cultivar que tem o grão mais colorido (marrom) dentre as três avaliadas, foi diferente do que tem sido obtido por diversos autores. Madrera et al. (2021), avaliando genótipos de feijão-comum na Espanha, concluíram que os compostos fenólicos presentes em grãos com tegumento colorido mostraram-se antioxidantes mais eficientes do que aqueles com tegumento completamente branco, e amostras com tegumento mais fortemente colorida (vermelho, creme, preto, rosa e marrom) apresentaram as maiores capacidades antioxidantes.

Os resultados indicam que a cor do tegumento do grão influencia na atividade antioxidante, já que a cultivar BRS Aracê, que tem o tegumento do grão verde (Figura 1) foi a que apresentou maior atividade antioxidante. No entanto, a cultivar BRS Xiquexique, que tem o tegumento do grão branco (Figura 1) também apresentou alta atividade antioxidante. Assim, outros fatores presentes no grão também devem afetar essa propriedade, tais como a cor do hilo, halo ou anel do hilo, além dos compostos presentes no cotilédone. Em feijão-comum, estudos evidenciaram que a variabilidade no conteúdo fenólico é devida mais ao genótipo do que à cor do tegumento do grão; além disso, as

condições ambientais também podem afetar esse conteúdo (MADRERA al., 2021).

A alta atividade antioxidante apresentada pelas cultivares de feijão-caupi analisadas neste estudo, principalmente BRS Aracê e BRS Xiquexique, indica que o consumo dos grãos dessas cultivares podem reduzir o risco de doenças crônicas, tais como diabetes e alguns tipos de câncer.

Cor do tegumento do grão

Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares de feijão-caupi para os três parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) avaliados no tegumento do grão de três cultivares comerciais de feijão-caupi.

| Cultivar | L^* | a^* | b^* |
|----------------|---------|--------|--------|
| BRS Aracê | 23,46 b | 0,54 c | 4,20 b |
| BRS Inhuma | 22,57 c | 6,02 a | 5,62 a |
| BRS Xiquexique | 27,86 a | 3,42 b | 5,19 a |

Os tegumentos dos grãos das cultivares apresentaram escala de luminosidade (L^*) predominantemente de cor escura, já que os valores tenderam para 0 (22,57-27,86); escala de a^* tendendo para o vermelho (0,54-6,02), já que os valores foram positivos; e a escala de b^* tendendo para o amarelo (4,20-5,62), já que os valores foram positivos. Esses resultados diferem dos observados por Naiker, Gerrano e Mellem

(2019), ao avaliarem cinco cultivares de feijão-caupi na África do Sul, observaram variação de valores de L^* tendendo para claro (85,10-87,60); e Delmondes et al. (2017), avaliando 24 linhagens de feijão-caupi tipo fradinho, encontraram valores de L^* variando de 62,08 a 66,81.

O maior valor de L^* para a cultivar BRS Xiquexique, corrobora com a sua cor de tegumento branco (Figura 1), indicando ser a cor de seu tegumento mais clara dentre as três cultivares avaliadas. A BRS Inhuma, por apresentar o valor de L^* mais baixo e o valor de a^* maior e positivo, indica que sua cor é a mais escura e tende para o vermelho, corroborando com a sua cor do tegumento marrom (Figura 1), enquanto o valor de a^* menor para a BRS Aracê, indica que, dentre as três cultivares, é a que a cor do tegumento do grão tende mais para verde, confirmando a sua tonalidade verde e a sua subclasse comercial (Tabela 1 e Figura 1).

Os maiores valores de b^* para as cultivares BRS Inhuma e BRS Xiquexique indica que entre o azul ($-b$) e o amarelo ($+b$), a cor do tegumento do grão tendeu mais para amarelo, o que condiz mais com as cores dos tegumentos dos grãos dessas cultivares.

Os resultados para os parâmetros de cor de a^* e b^* observados no presente trabalho corroboram com os de Naiker, Gerrano e Mellem (2019), ao avaliarem cinco cultivares de feijão-caupi na África do Sul, observaram variação de valor e sinal de a^* positivo e tendendo para vermelho (0,86-1,26) e de b^* positivo e tendendo para vermelho (11,35-11,81).

Correlação entre a cor do tegumento do grão, compostos bioativos e capacidade antioxidante

A correlação de Pearson entre os parâmetros de cor do tegumento do grão (L^* , a^* e b^*), fenólicos totais (FENO), flavonoides totais (FLAV), taninos condensados (TANI) e atividade antioxidante (AA) é apresentada na Figura 2. O tamanho dos círculos indica a magnitude da correlação (baixa ou alta) e a cor do círculo indica a tendência da correlação, se positiva (tendendo para azul escuro), negativa (tendendo para marrom escuro) ou nula (tendendo para branco).

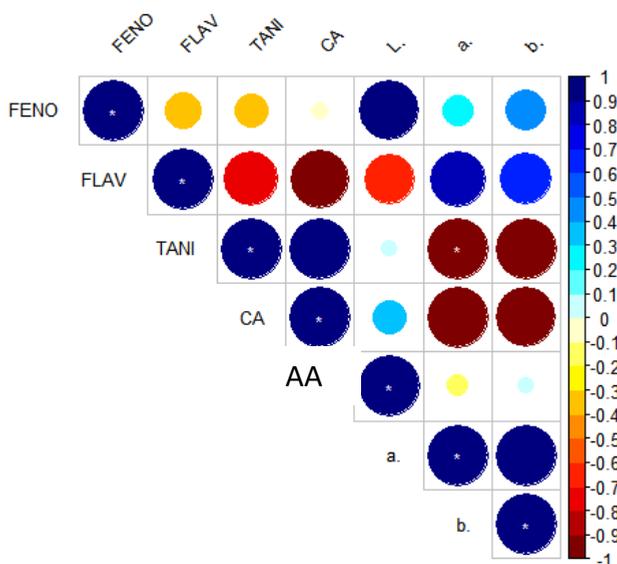


Figura 2. Correlação de Pearson entre os parâmetros de cor do tegumento do grão (L^* , a^* e b^*), fenólicos totais (FENO), flavonoides totais (FLAV), taninos condensados (TANI) e atividade antioxidante

(AA) avaliados em três cultivares comerciais de feijão-caupi.
*Significativo pelo teste t ($p < 0,05$).

O teste t, que testa a magnitude das correlações, apresentou baixo poder de detecção de significância para as correlações entre as características avaliadas no presente trabalho, onde apenas a correlação entre taninos condensados (TANI) e o parâmetro de cor a^* ($r = -0,99$) foi significativa ($p < 0,05$). Isso pode ser explicado pelo baixo número de cultivares avaliados, o que leva a um baixo número de graus de liberdade do resíduo e um maior valor de t. No entanto, outras correlações apresentaram alta magnitude ($r > 0,70$), destacando-se as correlações entre TANI e b^* ($r = -0,99$), TANI e flavonoides totais (FLAV) ($r = -0,78$), TANI e capacidade antioxidante (CA) ($r = 0,97$), fenólicos totais (FENO) e L^* ($r = 0,92$), flavonoides totais (FLAV) e a^* ($r = 0,81$), FLAV e CA ($r = -0,90$), a^* e b^* ($r = 0,98$), Ca e a^* ($r = -0,98$), CA e b^* ($r = -0,93$).

A correlação negativa, alta e significativa entre TANI e o parâmetro de cor do tegumento a^* indica que o teor de taninos é inversamente proporcional à pigmentação que determina a intensidade de cores verde e vermelho do tegumento do grão. Isso também é válido para a correlação entre TANI e b^* onde o teor de taninos é inversamente proporcional à pigmentação que determina a intensidade de cores azul e amarelo do tegumento do grão. Isso significa que quanto maior o teor de taninos, menor a intensidade de pigmentação dessas cores no tegumento do grão. Isso é verdadeiro se considerarmos que a maior parte desses compostos se concentra no tegumento do grão, conforme

afirmação de vários autores (SOMBIÉ et al., 2018; MOREIRA-ARAÚJO et al., 2018). A correlação baixa e quase ausente entre TANI e L* sugere que o maior ou menor claridade dos grãos independe do teor de taninos condensados presentes no tegumento do grão das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

A correlação alta e positiva entre TANI e AA indica que quanto maior o teor de taninos condensados maior a capacidade antioxidante presentes nos grãos das cultivares de feijão-caupi avaliadas. A correlação maior entre TANI e AA, quando comparados às correlações de AA com os outros polifenóis analisados no presente trabalho (FENO e FLAVO) sugere que os teores de taninos condensados foram os polifenóis que mais influenciaram na capacidade antioxidante determinada pelos grãos integrais das cultivares de feijão-caupi avaliadas, notadamente na cultivar BRS Inhuma, que dentre as três avaliadas, apresentou o maior teor desses compostos.

As correlações baixas ou quase nulas de FENO com FLAVO, AA, a* e b* indicam os teores de fenólicos totais não influenciou diretamente nos teores de flavonoides totais dos grãos integrais e nem na intensidade de pigmentação de cores do tegumento dos grãos das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

A correlação alta entre FENO e L* indica que o escurecimento ou claridade do tegumento do grão das cultivares de feijão-caupi avaliadas depende do teor de fenólicos totais, ou seja, quanto maior o teor desses compostos, maior a tendência de escurecimento do tegumento do grão. Isso confirma os relatos da literatura de que os compostos fenólicos afetam o escurecimento dos grãos após a colheita.

Isto ocorre devido à oxidação de compostos fenólicos pelas enzimas Peroxidase (PER) e Polifenoxidase (PFO), resultando na formação de pigmentos escuros e causando o endurecimento do grão, processo que é gradativo, acumulativo e irreversível (LIMA; TOMÉ, ABREU, 2014).

O escurecimento do tegumento dos grãos de feijão-caupi é um aspecto negativo em termos comerciais e de consumo, pois o consumidor prefere grãos claros; à medida que os grãos escurecem, diminui o valor comercial e a preferência pelo consumidor. Isso é mais típico das variedades da classe comercial cores, subclasses canapu (caso da cultivar BRS Inhumá), mulato e sempre-verde; no entanto, essas subclasses comerciais são as de maior valor comercial no Brasil e as mais preferidas pelos consumidores nordestinos.

As correlações relativamente altas e positivas entre FLAV com os parâmetros de cor (a^* e b^*) implicam que os flavonoides influenciam esses parâmetros, ou seja, quanto maior o teor desses compostos, maior a intensidade de pigmentação de cores nos grãos das cultivares de feijão-caupi avaliadas. Já a correlação alta e negativa entre FLAV com L^* e AA indica que quanto maior o teor desses compostos, menor a claridade e a atividade antioxidante nos grãos dessas cultivares.

A correlação alta e negativa entre AA e os parâmetros de cor a^* e b^* sugere que quanto maior a intensidade de pigmentação de cor no tegumento do grão, menor a atividade antioxidante nos grãos integrais dessas cultivares. Esse resultado é discordante dos observados na literatura em que a cor do tegumento do grão foi associada com a

atividade antioxidante (SOMBIÉ et al., 2018; MADREIRA et al., 2021). Essa associação diferente encontrada no presente trabalho pode ser explicado pelo baixo número de cultivares de feijão-caupi analisadas, a associação se referir especificamente à cor do tegumento e não ao grão integral (farinha), bem como devido a genética de cada cultivar e das condições de cultivo às quais elas foram submetidas, que podem determinar um comportamento diferente para as correlações.

CONCLUSÕES

As cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique são excelentes fontes de ácidos fenólicos, flavonoides e taninos e apresentam alta atividade antioxidante, relativamente a cultivar BRS Inhumá.

A cultivar BRS Xiquexique apresenta maior claridade do tegumento do grão do que as cultivares BRS Aracê e BRS Inhumá, enquanto a cultivar BRS Inhumá apresenta maior pigmentação de cores, tendendo para o vermelho.

Os fenólicos totais influenciam positivamente a claridade do tegumento do grão; enquanto o teor de flavonoides afeta negativamente a intensidade de pigmentação de cor, claridade do tegumento do grão e capacidade antioxidante nos grãos das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

Entre os compostos bioativos estudados, o teor de taninos condensados é o que contribui mais para a capacidade antioxidante, mas influencia negativamente sobre o teor de flavonoides e de pigmentação de cor do tegumento do grão das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

A intensidade de pigmentação de cor do tegumento do grão tem influência negativa sobre a capacidade antioxidante dos grãos das cultivares de feijão-caupi avaliadas.

REFERÊNCIAS

- ADJEI-FREMAH, S.; JACKAI, L. E.; WORKU, M. Analysis of phenolic content and antioxidant properties of selected cowpea varieties tested in bovine peripheral blood.
- BARROS, N. V. A.; ROCHA, M. M.; GLÓRIA, M. B. A.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, v. 28, n. 5, p. 824-831, 2017.
- BARROS, N. V. A.; ROCHA, M. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Efeito do processamento no teor de compostos bioativos em cultivares de feijão-caupi. **Nutrição em Pauta**, p. 38-42, 2019.
- BLASA, M. et al. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, v. 97, n. 2, p. 217-222, 2006.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- 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, 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (BRASIL). **A cultura do feijão-caupi**. Brasília, DF: CONAB, 2018. 244 p.

LIMA, R. A. Z.; TOMÉ, L. M.; ABREU, C. M. B. Embalagem a vácuo: efeito no escurecimento e endurecimento do feijão durante o armazenamento. **Ciência Rural**, v. 44, n. 9. p. 1664-1670, 2014.

CUNHA, E. M. F.; FREITAS, T.K.; PINHEIRO, E. M.; ROCHA, M. M.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante em linhagens de feijão-caupi. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; OLIVEIRA, A. R. F.; CORDEIRO, K. V. **A transformação da agronomia e o perfil do novo profissional**. Ponta Gross, PR: Editora Atena, 2020. p. 1-6.

DELMONDES, B. L.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. N.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; ROCHA, M. M.; NEVES, A. C.; PEREIRA, C. S. Identifying lines of the black-eyed cowpea having high productivity and quality commercial grain. **Revista Caatinga**, v. 48, n. 5, p. 848, 855, 2017.

FREITAS, T. K. T.; GOMES, F. O.; ARAÚJO, M. S.; SILVA, I. C. V.; SILVA, D. J. S.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; ROCHA, M. M. Potential of cowpea genotypes for nutrient biofortification and cooking quality. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20218048, 2022.

KIM, D.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, v. 81, n. 3, p. 321-326, 2003.

MADRERA, R. R.; NEGRILLO, A. C.; VALLES, B. S.; FERNÁNDEZ, J. J. F. Phenolic Content and Antioxidant Activity in Seeds of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Foods**, v.10, e864, 122

2021.

MOLOTO, M. R.; PHAN, A. D. T.; SHAI, J. L.; SULTANBAWA, Y.; SIVAKUMAR, D. Comparison of Phenolic Compounds, Carotenoids, Amino Acid Composition, In Vitro Antioxidant and Anti-Diabetic Activities in the Leaves of Seven Cowpea (*Vigna unguiculata*) Cultivars. **Foods**, v. 9, e1285, 2020.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R.; SAMPAIO, G. R.; SOARES, R. A. M.; SILVA, C. P.; ARÊAS, J. A. G. Identification and quantification of oxidant in cowpea. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 5, p. 799-805, 2017.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. et al. 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.

NAIKER, T. S.; GERRANO, A.; MELLEM, J. Physicochemical properties of flour produced from different cowpea (*Vigna unguiculata*) cultivars of Southern African origin. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 3, p. 1541-1550, 2019.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p.1390-1393, 1997.

NASSOUROU, M. A.; DOLINASSOU, S.; HAND, M. J.; ABATCHOUA, M. M. I. A.; ALLADOUM, A. N.; NOUBISSIÉ, T. J. B.; BELL, J. M.; NJINTANG, Y. N. Generation Means Analysis of three Seeds antinutrients in Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.).

International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology, v. 5, n. 5, p. 1389-1396, 2020.

PARVEZ, R.; SINGH, K.; YADAV, V.; SINGH, L. Effect of various processing treatments on total flavonoid content of different varieties of cowpea. **The Pharma Innovation Journal**, v,8, n. 6, p. 203-210, 2019.

PRICE, M. L.; SCOYOC, S. V.; BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 26, n. 5, p. 1214-1218, 1978.

ROCHA, M. M.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; MENEZES-JÚNIOR, J. A. Cultivares. In: DoVALE, J. C, BERTINI, C. BORÉM, A (Eds). **Feijão-caupi: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. p. 113-142.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 127).

SANTOS, R. A.; SOUZA-FILHO, A. P. S.; CANTANHEDE-FILHO, A. J.; GUILHON, G. M. S.; SANTOS, L. S. Analysis of phenolic compounds from cowpea (*Vigna unguiculata*) by HPLC-DAD-MS/MS. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2020077, 2021.

SAS Institute, Inc. SAS User's Guide: version 12.1, Cary, NC: SAS Institute, 2012.

SOMBIÉ, P. A. E. D.; COMPAORÉ, M.; COULIBALY, A. Y.; OUÉDRAOGO, J. T.; TIGNÉGRÉ, J. B. D. L. S.; KIENDRÉBÉOGO, M. Antioxidant and phytochemical studies of 31 cowpeas (*Vigna unguiculata* (L. Walp.)) genotypes from Burkina Faso. **Foods**, v.7, n. 143, e7090143, 2018.

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, e3710716243, 2021.

ARTIGO 3

Desenvolvimento de crepe suíço funcional a base de feijão-caupi: análise sensorial, nutrientes, compostos bioativos e capacidade antioxidante

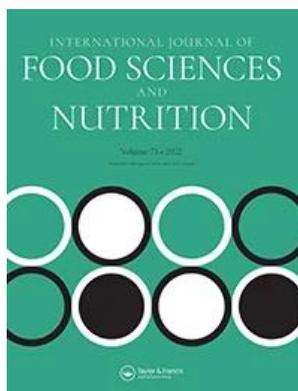
Development of functional Swiss crepe on base cowpea: sensory analysis, nutrients, bioactive compounds, and antioxidant capacity

Adolfo Marcito Campos de Oliveira¹, Regilda Saraiva dos Reis
Moreira-Araújo¹, Débora Thaís Sampaio da Silva¹, Ana Karine de
Oliveira Soares¹, Maria Fabrícia Beserra Gonçalves¹, Kaesel Jackson
Damasceno-Silva², Maurisrael de Moura Rocha^{2*}

¹Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, Brasil

*Autor correspondente: maurisrael.rocha@embrapa.br



Periódico: *International Journal of Food Sciences and Nutrition*
Qualis Scopus (2021): A2

RESUMO - O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa de grande importância socioeconômica na região Nordeste do Brasil, sendo o tipo de feijão mais cultivado e consumido, representando a principal fonte de proteína vegetal de baixo custo das populações rural e urbana dessa região. Além disso, o seu grão apresenta teores consideráveis de carboidratos, fibras dietéticas, minerais, vitaminas, compostos bioativos e a atividade antioxidante, atuando no combate à desnutrição e contribuindo para a melhoria da saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi desenvolver e caracterizar do ponto de vista nutricional, funcional e sensorial crepes suíços elaborados a partir dos grãos integrais das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique. Os crepes foram elaborados a partir da substituição parcial (10%) da farinha de trigo por farinha das cultivares de feijão-caupi; os crepes foram analisados quanto a composição centesimal, valor energético total (VET), minerais e compostos bioativos (ácidos fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados) e atividade antioxidante (método DPPH). Os resultados evidenciaram que o crepe elaborado a partir do grão integral da cultivar BRS Xiquexique apresentou melhor qualidade nutricional, funcional e sensorial, constituindo-se em um alimento superior ao crepe suíço padrão quanto aos atributos acima, constituindo-se em uma excelente alternativa para o consumo para melhorias da saúde do consumidor.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, composição centesimal, minerais, compostos bioativos, capacidade antioxidante, crepe de palito.

ABSTRACT - Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a legume of great socioeconomic importance in the Northeast region of Brazil, being the most cultivated and consumed type of bean, representing the main source of low-cost vegetable protein for rural and rural populations. urban in that region. In addition, its grain has considerable contents of carbohydrates, dietary fibers, minerals, vitamins, bioactive compounds, and antioxidant activity, acting in the fight against malnutrition and contributing to the improvement of consumer health. The objective of this work was to develop and characterize from the nutritional, functional and sensorial point of view Swiss crepes made from whole grains of the cowpea cultivars BRS Aracê and BRS Xiquexique. The crepes were made from the partial replacement (10%) of wheat flour by cowpea flour; the crepes were analyzed for proximate composition, total energy value (TEV), minerals and bioactive compounds (total phenolic acids, total flavonoids and condensed tannins) and antioxidant activity (DPPH method). The results showed that the crepe made from the whole grain of the cultivar BRS Xiquexique presented better nutritional, functional and sensorial quality, constituting a superior food to the standard Swiss crepe regarding the above attributes, constituting an excellent alternative to the consumption to improve consumer health.

Keywords: *Vigna unguiculata*, centesimal composition, minerals, bioactive compounds, antioxidant capacity, crepe on a stick.

INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares e estilo de vida adquiridos ao longo dos últimos anos influenciaram negativamente na saúde da população, contribuindo para uma maior incidência das doenças crônicas não transmissíveis, resultante das mudanças que ocorreram no perfil nutricional da população brasileira, atentando-se principalmente para a qualidade dos alimentos consumidos por crianças e adolescentes, que na grande maioria são pobres em vitaminas e minerais e desvalorização da cultura alimentar local e regional (MELO et al., 2018).

Em contrapartida, na sociedade moderna, as pessoas estão se tornando cada vez mais conscientes e buscando alimentos mais saudáveis, com o intuito de diminuir o impacto do consumo de alimentos ricos em açúcar, gordura e sal que tem predominado na mesa dos brasileiros que têm adotado novos hábitos de uma alimentação industrializada (MARTINELLI; CAVALLI, 2019).

Nesse contexto, tem-se como alternativa a inclusão de alimentos regionais e da sociobiodiversidade no cardápio das escolas (GIARDI et al., 2018) e na dieta de populações mais carentes, contribuindo assim para o aumento do aporte nutricional. Visto que, o consumo de alimentos saudáveis e com propriedades funcionais tem sido relacionado com a diminuição na incidência de doenças crônicas não-transmissíveis, tais como: diabetes Mellitus, doenças cardiovasculares, hipertensão e cânceres (ROCHA et al., 2021).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) por ser uma leguminosa com boas fontes de energia, proteínas, vitaminas e

minerais, além de aminoácidos essenciais e compostos bioativos (FROTA et al., 2010; CAVALCANTE et al., 2016, 2019a, b; LANDIM et al., 2016; MOREIRA-ARAÚJO et al., 2021; ABREU et al., 2020) , o que lhe confere propriedades nutraceuticas, constitui-se em uma excelente opção como um ingrediente na elaboração de novos produtos alimentícios já tradicionais de consumo e que possam atender consumidores que desejam produtos com uma qualidade funcional e nutritiva melhorada.

Diante das evidências das propriedades nutricionais e nutraceuticas presentes no grão de feijão-caupi, a sua farinha tem sido utilizada como ingrediente na elaboração de vários produtos alimentícios, como pães, rocambole e biscoitos (FROTA et al., 2010; LANDIM et al., 2016; FIORENTIN et al., 2019; DANKWA et al., 2021; SILVA et al., 2021), barra de cereal (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2021), pão de queijo (CAVALCANTE et al., 2016, 2017, 2019a,b), hamburguer (LIMA et al., 2018), snacks (SILVA, 2020; ARISE et al., 2021), *nugget* (ABREU et al., 2020; SILVA JÚNIOR et al., 2020), abará (EMELIKE; UJONG; ECHINEWHU, 2020; CARDOSO et al., 2022), acarajé (MOUTALEB et al., 2017) e cuscuz (TIMITEY et al., 2021).

O crepe suíço é um produto alimentício muito apreciado pelos consumidores de baixa faixa etária, principalmente crianças com idade entre 4 e 6 anos. A adição de farinha do grão integral de feijão-caupi biofortificado pode melhorar as propriedades nutricionais e funcionais do crepe suíço, desde que o produto seja sensorialmente aceito pelos consumidores. Assim, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver

e caracterizar nutricionalmente, funcionalmente e sensorialmente crepes suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria prima

Foram utilizadas duas cultivares comerciais de feijão-caupi: BRS Aracê e BRS Xiquexique, desenvolvidas e cedidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte), Teresina, Piauí, Brasil. As cultivares foram cultivadas no campo experimental da Embrapa Meio-Norte sob as mesmas condições edafoclimáticas. Após a colheita, amostras de grãos integrais de cada cultivar foram utilizadas para a realização das análises nutricionais, funcionais, sensoriais e desenvolvimento do produto. Outras matérias-primas utilizadas na formulação de crepes suíço como o leite integral, farinha de trigo, manteiga, queijo parmesão, ovo e sal foram adquiridos no mercado local.

Preparo das farinhas

Amostras de grãos integrais das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique foram selecionadas para eliminar aquelas danificadas. Estas foram depois pulverizadas em moedor elétrico semi-industrial (Tecnal modelo TE-651/2-T). A farinha integral de feijão-caupi (FFC), de 0,5 mesh, foi armazenada em sacos de polietileno hermeticamente fechadas sob refrigeração (8 °C) até a realização das

análises nutricionais e funcionais e adicionadas ao produto desenvolvido.

Formulação e desenvolvimento de crepes suíço

A formulação do crepe suíço foi desenvolvida a partir de testes prévios com substituição parcial da farinha de trigo pela FFC. Assim, foram adotadas porcentagens das matérias-primas para as misturas e posterior avaliação dos efeitos nas características nutricionais e funcionais dos crepes suíços.

A formulação de crepe suíço padrão (100% de farinha de trigo) foi obtida e adaptada de um site de gastronomia e culinária. Para a elaboração do crepe com FFC, utilizaram-se apenas as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique, tendo em vista que foram as que apresentaram os melhores resultados em termos de qualidade nutricional e funcional do grão integral, conforme resultados observados nos artigos 1 e 2.

Primeiramente foram realizados testes organolépticos prévios por assessores treinadas utilizando-se a substituição parcial da farinha de trigo pela FFC nas proporções de 10%, 20% e 30%, onde procurou-se adotar a formulação com características organolépticas mais próximas ao crepe padrão. Após esses testes, adotou-se a formulação do crepe suíço com 10% de FFC, que foi a que apresentou sabor mais similar ao crepe padrão.

As matérias-primas utilizadas na elaboração dos crepes suíço padrão e com FFC são listadas na Tabela 1. Estas foram pesadas e homogeneizadas em um liquidificador. A massa resultante foi

transferida com o auxílio de uma colher para uma máquina de crepe suíço modelo LX-262D5 com capacidade para cinco unidades. O tempo médio de assamento dos crepes foi de 10 minutos a uma temperatura em torno de 250° C. Os crepes foram desenvolvidos no Laboratório de Desenvolvimento de Produtos e Análise Sensorial de Alimentos, do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI (Figura 1).

Tabela 1. Porcentagem de matérias-primas utilizadas nas formulações de crepes suíço padrão e com adição de 10% de farinha integral de feijão-caupi (FFC) após testes organolépticos preliminares.

| Ingrediente | Crepe padrão (%) | Crepe com FFC (%) ¹ |
|------------------|------------------|--------------------------------|
| Leite integral | 43,03 | 40,0 - 45,0 |
| Farinha de trigo | 45,24 | 40,0 - 47,0 |
| FFC | - | 5,0 - 15,0 |
| Manteiga | 3,7 | 3,0 - 4,0 |
| Queijo parmesão | 0,75 | 0,1 - 1,0 |
| Ovo | 6,75 | 6,0 - 7,0 |
| Sal | 0,53 | 0,1 - 0,7 |
| Valor total | 100 | 100 |
| (gramas) | | |

¹A porcentagem exata de materiais utilizados nas formulações de crepes suíço com farinha de feijão-caupi foi omitida devido ao sigilo e confidencialidade exigidos para efeito de solicitação de depósito de patente do produto.



Figura 1. Crepes suíços elaborados com adição de farinha integral das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê (à direita) e BRS Xiquexique (à esquerda).

Análise sensorial

A análise sensorial dos crepes elaborados com FFC das cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique objetivou investigar a aceitação, preferência e intenção de compra do produto. Utilizou-se os testes de escala hedônica de nove pontos (1: desgostei muitíssimo a 9: gostei muitíssimo) para avaliar a aceitação; o teste pareado de preferência, comparando as duas formulações de crepe entre si, visando

observar qual seria o crepe preferido; e intenção de compra, por meio de ficha resposta com escala estruturada de 5 pontos, oscilando de 1 = certamente compraria a 5 = certamente não compraria (DUTCOSKI, 2013).

A análise sensorial das formulações com FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique foi realizada por uma equipe de 103 avaliadores não treinados, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 55 anos, possíveis consumidores do produto, e que foram convidados entre alunos, funcionários, professores e pacientes do Serviço Escola Integrado de Saúde Carolina Freitas Lira (SIS), anexo do Centro Universitário Santo Agostinho, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

Análises químicas

Composição centesimal

As análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibra alimentar e carboidratos) e valor energético total foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de Alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

O teor de umidade foi determinado por gravimetria em estufa a 105 °C, de acordo com AOAC (2012). Foi pesada 1g da amostra homogeneizada, em cadinho de porcelana previamente pesado. Depois as amostras foram colocadas em estufa a 105 °C por 4 horas, e em seguida transferidas para um dessecador e mantidas por 30 min. Para o

cálculo do teor de umidade (%), utilizou-se a seguinte fórmula: Teor de umidade = $(100 \times N)/P$, onde N é o número de gramas de umidade (perda de massa em g) e P é o número de gramas de amostra.

O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C por 4 h, segundo a metodologia da AOAC (2012). Amostras com massa de 1 g foram levadas em cadinhos de porcelana a forno mufla e calcinadas à temperatura de 550 °C por 4 h. O valor de matéria mineral foi determinado pela diferença entre massa inicial e final dos cadinhos.

Para a determinação de lipídios totais (%), as amostras foram submetidas à extração a quente por hexano 1:5 (m/v) em um sistema de Soxhlet por 8 h. Os lipídios foram coletados em um béquer e deixado em capela de exaustão. Após a dissipação do hexano, os béqueres foram colocados em estufa de secagem por aproximadamente 30 min e depois o material lipídico extraído foi quantificado, e o cálculo do percentual em relação à amostra seca inicial obtido.

O teor de proteínas das amostras foi obtido pelo método Microkjeldahl (AOAC, 2012) e obtido pelo produto entre o nitrogênio mensurado e o fator de conversão para proteína 6,25. A quantidade total de nitrogênio foi determinada utilizando curva padrão obtida com concentrações crescentes de sulfato de amônio.

O teor de fibra alimentar foi determinado de acordo com o método enzimático gravimétrico de (AOAC, 2012). Realizada a partir do tratamento da amostra com solução tampão fosfato na faixa de temperatura entre 95-100 °C, em que os carboidratos solúveis foram solubilizados. A amostra foi tratada com α -amilase, a fim de promover

a gelatinização do amido, seguida da adição da enzima protease para desnaturação das proteínas presentes e o tratamento foi finalizado com enzima amiloglucosidase para remoção do amido. Com este processo, obteve-se uma mistura de fibra solúvel na fase aquosa e fibra insolúvel precipitada, totalizando a fibra alimentar total. Realizou a filtração em cadinho de vidro sinterizado tarado, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo em seguida colocado em mufla para determinação de cinza. O filtrado foi tratado com solução de álcool etílico a 95%, com a finalidade de precipitar a fibra solúvel. A fibra precipitada foi filtrada em cadinho de vidro sintetizado tarado, e o cadinho seco em estufa, pesado e logo depois colocado em mufla para determinação de cinza. Por fim, o teor de fibra alimentar total foi calculado tomando-se o resíduo total obtido e diminuindo-se do somatório do valor de proteína mais cinzas.

O teor de carboidratos foi determinado por diferença dos demais constituintes da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, fibras e lipídios), segundo a AOAC (2012).

Valor energético total

As análises do valor energética total (VET) foram realizadas no laboratório de bromatologia e bioquímica de alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. O VET foi determinado segundo Watt e Merrill (1963), utilizando os fatores de conversão de Atwater 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios.

Minerais

As análises dos teores dos minerais fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), manganês (Mn) e selênio (Se) foram realizadas nos laboratórios de bromatologia da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, enquanto dos minerais ferro, zinco e selênio, no laboratório de análises físico-químicas e minerais da Embrapa Agroindústria de Alimentos, no Rio de Janeiro-RJ.

A determinação do teor de P foi realizada por colorimetria, segundo Silva e Queiroz (2002). Em um tubo de ensaio, adicionou-se 200 µL da solução de extrato (amostra digerida), 8,4 mL de água Milli-Q, 1,0 mL de solução ácida de molibdato de amônia e 400 µL de solução de ácido ascórbico a 2%. Em seguida, foi feita a homogeneização em agitador e, após 5 min, esperou-se o aparecimento da cor (azul). Depois realizou a leitura no espectrofotômetro UV-VIS, em comprimento de onda de 725 nm, utilizando uma cubeta de quartzo para a leitura das soluções. Fez-se a leitura do branco com água destilada, para que o mesmo, seja subtraído da leitura direta do equipamento. Os valores de leitura em absorbância obtidos foram aplicados na fórmula: $P = (0,2 \times \text{Leitura/Peso da amostra}) / 10000$, onde 0,2 representa o fator obtido da curva de calibração.

Os teores de Na e K foram determinados pelo método de fotometria de chama, segundo Silva e Queiroz (2002). Em um tubo de ensaio adicionou 2 mL do extrato e 2 mL de água Milli-Q, fez-se homogeneização. Depois foi realizada a leitura do branco, padrão e das amostras diretamente no fotômetro de chama. O equipamento foi

ajustado e calibrado com soluções padrões de sódio e potássio antes das leituras.

Os teores de Ca, Mg, Mn e Cu foram determinados pelo método de espectrofotometria de absorção atômica de chama, segundo Silva e Queiroz (2002). Adicionou-se no tubo de ensaio 200 µL do extrato, 3,5 mL de lantânio e 3,3 mL de água Milli-Q. Fez-se a homogeneização em agitador e a leitura no espectro de absorção atômica, selecionando previamente o comprimento de onda específico de cada elemento a ser analisado no software do equipamento. Para a leitura de cada elemento no aparelho foi feita uma curva de calibração padrão.

Os teores de Fe, Zn e Se foram determinados pelo método de espectrometria de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente - ICP-OES (Modelo Optima 4300DV, Perkin Elmer, Norwalk, CT, EUA). Para a digestão, foram pesados 0,5 g de cada amostra e colocado em tubo de micro-ondas. Foram adicionados 2 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) 30% (v/v) em cada tubo e mantido coberto de um dia para o outro. Depois foram adicionados 3 mL de HNO₃ concentrado em cada tubo e, após 2 horas este material foi submetido ao aquecimento em aparelho de micro-ondas de cavidade, segundo POP LMIN-008, rev. 07, e digerido a uma potência de 1200 W, temperatura a 200 °C em pressão de 120 psi. A temperatura e pressão foram mantidas por 5 minutos. Após a completa digestão, os tubos foram retirados do aparelho e mantidos na capela para esfriarem e foram abertos após 30 minutos. Após 15 minutos de descanso, estes foram filtrados em papel de filtro, filtragem lenta e avolumados para 25 mL.

Depois foram realizadas leituras no ICP-OES, segundo POP da Embrapa LMIN-026, rev. 01.

Compostos bioativos

As análises dos compostos bioativos fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e da capacidade antioxidante foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Bioquímica de alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI.

Fenólicos totais

Os compostos fenólicos foram determinados por meio do reagente *Folin-Ciocalteu*, utilizando-se uma curva padrão de ácido gálico como referência, conforme metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Inicialmente foi preparado um extrato e a partir deste serão realizadas as análises. A obtenção dos extratos foi realizada de acordo com Rufino et al. (2007), os solventes utilizados para extração foram o metanol 50% (50:50, v/v), acetona 70% (70:30, v/v) e água, na proporção de 2:2:1, e a leitura da absorbância foi medida em 765 nm usando um espectrofotômetro. A quantificação de fenólicos totais foi realizada pela interpolação a uma curva padrão de ácido gálico e os valores expressos em mg GAE (Equivalente a Ácido Gálico) 100 g⁻¹ de amostra.

Flavonoides totais

Para a determinação de flavonoides totais utilizou-se o método descrito por Kim; Jeong e Lee (2003) e modificado por Blasa et al. (2006). Em um tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL do extrato e 0,3 mL de nitrito de sódio (NaNO_2) 5% m/v, passados 5 minutos, foi adicionado 0,3 mL de cloreto de alumínio (AlCl_3) 10% m/v, após decorridos mais 6 minutos, adicionou 2 mL de hidróxido de sódio (NaOH) 1 M, e seguida, as absorvâncias das amostras foram mensuradas a 425 nm em espectrofotômetro digital. Diferentes concentrações de quercetina (0-100 mg/L) foram utilizadas para a construção de uma curva padrão e os resultados expressos em mg EQ (Equivalentes a Quercetina) 100 g^{-1} de amostra.

Atividade antioxidante

A análise da atividade antioxidante foi realizada no laboratório de bromatologia e bioquímica de alimentos do Departamento de Nutrição da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI. Foi determinada pelo método de sequestro de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) desenvolvido por Brand-Williams, Curvelier e Berset (1999). A absorvância foi então medida em 515 nm em um espectrofotômetro (BEL, Modelo 1102, Monza, Milão, Itália). Uma curva padrão foi construída usando Trolox em diferentes concentrações (0-100 mg/L) como referência. Os resultados foram comparados com o antioxidante padrão, Trolox, e expressos em $\mu\text{mol TEAC}$ (Capacidade Antioxidante Equivalente ao Trolox) 100 g^{-1} de amostra.

Taninos condensados

O teor de taninos condensados foi determinado com base no método da vanilina, segundo Price, Scoyoc e Butler (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). No procedimento, 1 mL do extrato da amostra foi adicionado em 5 mL do reagente vanilina, aguardando-se a reação por 20 minutos na ausência de luz e em temperatura ambiente. Similarmente, o branco foi preparado com a adição de 1 mL do solvente utilizado para elaboração do extrato em 5 mL do reagente vanilina.

As leituras das absorbâncias do branco e das amostras foram realizadas em espectrofotômetro UV-VIS (modelo 22PC, marca Spectrumlab, USA). Utilizou-se a catequina como padrão e os resultados foram expressos como miligrama de equivalente de catequina/100g amostra.

Análises estatísticas

Os dados obtidos em triplicatas foram representados como média \pm desvio padrão (DP). Foram realizadas análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$), utilizando-se o software SAS v. 12 (SAS INSTITUTE, 2012).

Os dados obtidos na análise sensorial foram analisados através da Tabela de Distribuição χ^2 , a 5% de probabilidade, com o objetivo de verificar a relação do número total de assessores sensoriais e o número de assessores concordantes (DUTCOSKY, 2013). As médias de

respostas quanto a aceitação e preferência dos crepes elaborados com as cultivares BRS Aracê e BRS Xiquexique foram comparadas por meio do teste t de Student a 5% de probabilidade.

Aspectos éticos

Os participantes da pesquisa assinaram voluntariamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com a Resolução nº 196/1996 e Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2012). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Piauí sob Parecer nº 750.942.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise sensorial

Além das características nutricionais e funcionais, a qualidade de um produto deve ser definida também quanto às percepções do consumidor, uma vez que o instrumento de avaliação na análise sensorial é o ser humano e fatores a ele relacionados podem interferir no julgamento do produto. Assim, as formulações dos crepes elaboradas com as farinhas dos grãos integrais das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique foram submetidas a testes afetivos de aceitação, preferência e intenção de compra.

Aceitação

Os resultados do teste de aceitação das formulações de crepe suíço elaborados com as farinhas integrais das cultivares de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique usando a escala hedônica de nove pontos

são apresentados na Tabela 2 e Figura 2. As formulações de crepe suíço com FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique não diferiram estatisticamente entre si pelo teste t quanto à aceitação, no entanto a média de aceitação para o crepe suíço formulado com FFC BRS Xiquexique foi maior em número absoluto. Fiorentin et al. (2019), desenvolvendo biscoitos tipo *cookies* formulados com 15% de FFC BRS Xiquexique, também obtiveram uma boa aceitação (nota = 7,0) dos provadores.

Tabela 2. Resultados médios obtidos no teste de aceitação, utilizando a escala hedônica de nove pontos, de duas formulações de crepe suíço elaboradas com adição de FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique.

| Formulação de crepes suíço com adição de FFC | |
|--|----------------|
| BRS Aracê | BRS Xiquexique |
| 5,9 | 6,6 |
| Teste t = 0,807 p = 0,421 | |

O teste de aceitação com base na escala hedônica de nove pontos mostrou que mais de 60% dos provadores gostaram dos crepes suíço com FFC (BRS Aracê e BRS Xiquexique) (Figura 2). No entanto, o crepe de FFC BS Xiquexique teve uma maior aceitação em relação ao crepe de FFC BRS Aracê, já que 75% dos provadores gostaram do produto.

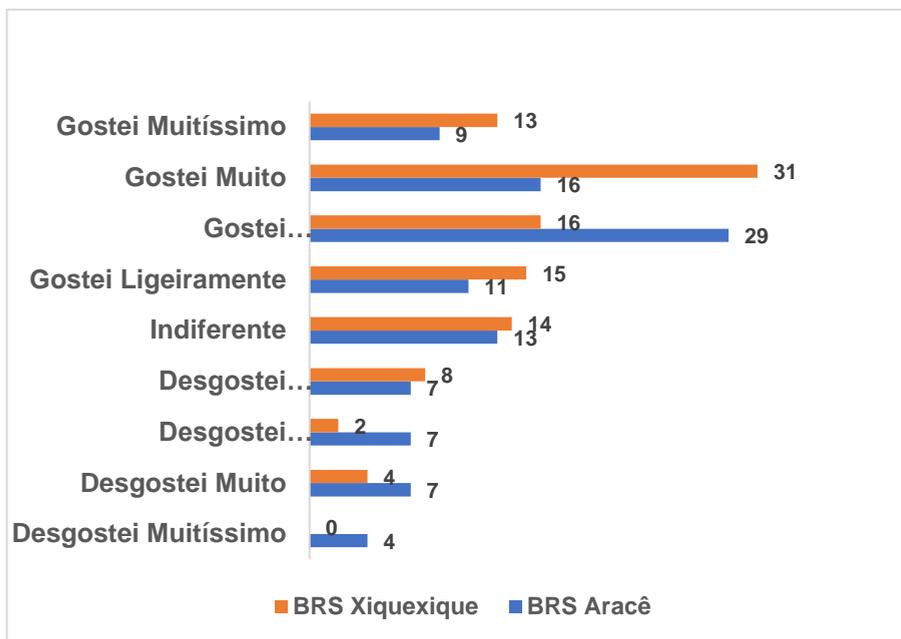


Figura 2. Aceitação das formulações de crepes suíço elaborados com adição de farinha de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique.

A menor aceitação do crepe de FFC BRS Aracê em relação ao crepe de FFC BRS Xiquexique pode ser explicado pela coloração mais esverdeada e um sabor mais acentuado no crepe com FFC BRS Aracê. O sabor e a cor são atributos sensoriais considerados muito importantes para aceitação de um produto. Fiorentim et al. (2019), avaliando formulações de biscoitos tipo cookies com a adição de FFC BRS Xiquexique, observaram que a cor e o sabor foram os atributos de maior intensidade nas notas dos avaliadores.

Frota et al. (2010) também utilizaram FFC na proporção de 10% na elaboração de produtos de panificação e o biscoito com FFC teve

aceitabilidade igual ao biscoito padrão, enquanto o rocambole com FFC foi o mais aceito, sendo inferior apenas ao padrão. Cavalcante et al. (2016), avaliando pão de queijo com a substituição parcial do polvilho pela FFC BRS Xiquexique, observaram que a formulação contendo 5,6% dessa farinha foi a mais aceita sensorialmente, de acordo com os assessores.

Intenção de compra

As formulações de crepes suíço com FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique também foram submetidas ao teste de intenção de compra (Figura 3).

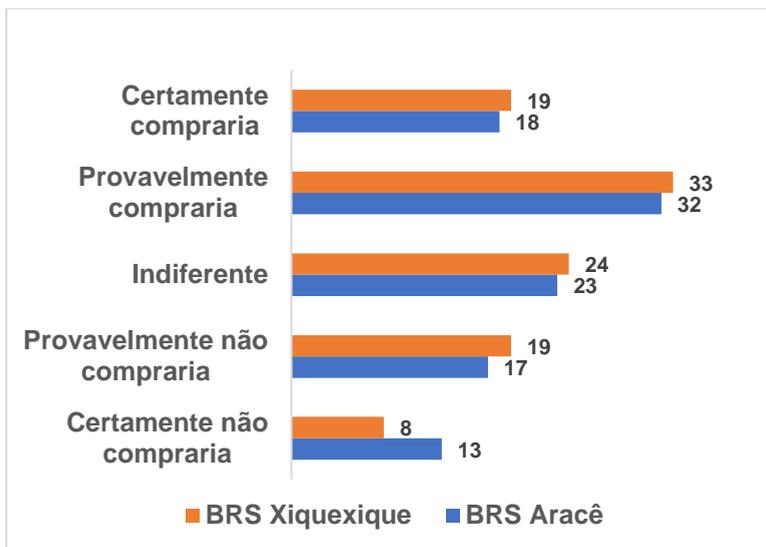


Figura 3. Porcentagem das respostas quanto a intenção de compra de crepes suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique.

De acordo com os resultados de intenção de compra dos crepes de FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique, 50,0% e 52,0% dos provadores mostraram intenções positivas “certamente compraria” e “provavelmente compraria” o produto, respectivamente. Os resultados deste teste mostram uma boa intenção de compra para os crepes com FFC pelos provadores, com maior tendência de compra para o crepe de FFC BRS Xiquexique. Esse resultado corrobora com os obtidos no teste de aceitação dos crepes via escala hedônica. Resultado semelhante também foi verificado por Cavalcante et al. (2016), avaliando a intenção de compra de pão de queijo com 5,6% de FFC BRS Xiquexique, onde 40% dos provadores responderam que certamente compraria o produto.

Preferência

O teste pareado de preferência entre as formulações dos crepes de FFC BRS Aracê e BRS Xiquexique é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Teste pareado de preferência entre as formulações de crepes suíço elaboradas com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Aracê e BRS Xiquexique.

| Formulação de crepes suíço com adição de FFC | | | | <i>p</i> * |
|--|------|---------------|------|------------|
| BRS Aracê | | BS Xiquexique | | |
| Nº | % | Nº | % | |
| 38 | 36,9 | 65 | 63,1 | <0,001 |

*p** = teste quadrado.

Verificou-se que as duas formulações de crepes suíço de FFC (BRS Aracê e BRS Xiquexique) obtiveram uma boa aceitação global e apresentaram diferença significativa ($p < 0,010$) entre si pelo teste pareado de preferência, sendo a formulação de crepe de FFC BRS Xiquexique a que obteve maior aceitação, quando comparada com crepe de FFC BRS Aracê. Esse resultado é diferente do observado por Abreu et al. (2020) e Moreira-Araújo et al. (2021), quanto aos resultados do teste de pareamento, nos quais esses autores não observaram diferenças entre as duas melhores formulações de “nugget” (FFC BRS Xiquexique e resíduo de acerola) e barra de cereal (FFC BRS Xiquexique, castanha de caju e banana passa), respectivamente.

Os resultados evidenciaram que o crepe suíço elaborado com a adição da farinha integral da cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique é um alimento que apresenta boas características sensoriais. Um alimento sensorialmente aceito agrega valor na sua identidade e atende as preferências do consumidor que busca muito mais que uma formulação nutritivamente adequada.

Qualidade nutricional do crepe suíço FFC BRS Xiquexique

Devido a superioridade do crepe formulado com a FFC BRS Xiquexique em termos de qualidade sensorial, demonstrada nos testes de aceitação, preferência e intenção de compra, somente esta formulação foi caracterizada do ponto de vista nutricional e funcional.

Composição centesimal e valor energético total

A composição centesimal e o valor energético total (VET) do crepe suíço desenvolvido com FFC BRS Xiquexique é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Composição química e VET de crepe-suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique e o percentual de alguns nutrientes no cumprimento da ingestão diária recomendada (IDR) ou valor diário de referência (VDR).

| Característica | Crepe de FFC BRS | %IDR/VDR |
|---------------------------|------------------|----------|
| Umidade (%) | 38,13±0,30 | - |
| Cinzas (%) | 2,22±0,08 | - |
| Lipídios (%) | 8,86±0,42 | 16 |
| Proteínas (%) | 7,95±0,45 | 42 |
| Carboidratos (%) | 42,82±0,68 | 14 |
| Fibras alimentares totais | 13,41±0,78 | 54 |
| Fibra alimentar solúvel | 0,34±0,02 | - |
| Fibra alimentar | 13,07±0,76 | - |
| VET(Kcal) | 282,89±2,71 | 14 |

Médias±desvio padrão; n=3.

O crepe de FFC BRS Xiquexique apresentou teor de umidade elevado (38,13%) quando comparado com o valor encontrado em biscoito tipo cookies elaborado com 15% de FFC BRS Xiquexique (12,86%) por Fiorentin et al. (2019). No entanto, Frota et al. (2010), avaliando formulações de rocambole com 10% de FFC, observaram

teor de umidade maior (58,37%) do que o obtido no presente estudo, o que pode ser justificado pela composição dos demais insumos que são acrescidos na formulação e ao tempo de assamento de cada produto.

O teor de cinzas observado na formulação do crepe de FFC BRS Xiquexique (2,22%) encontra-se dentro do padrão estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 1978), que permite valores de até 3% p/p de resíduo mineral fixo, resultado semelhante aos teores de cinzas observados em formulações de pão de queijo elaborados com FFC BRS Xiquexique (2,9%) e BRS Aracê (2,1%) em estudos desenvolvido por Cavalcante et al. (2016, 2019a).

Em relação ao teor de lipídios, a formulação do crepe de FFC BRS Xiquexique apresentou um percentual de 8,86%. Em estudos realizados por Cavalcante et al. (2016) e Moreira-Araújo et al. (2021) com formulações, respectivamente de pão de queijo com FFC Xiquexique e barra de cereal com FFC BRS Xiquexique, castanha de caju e banana passa, observaram na melhor formulação uma quantidade de gorduras de 8,1% e 8,56%, respectivamente, sendo esses valores semelhantes ao teor de lipídios obtido no presente estudo. O teor de gorduras totais observados no crepe de FFC BRS Xiquexique atende em 16% do valor diário de referência (Tabela 4) contido em embalagens de produtos, conforme a RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003)

O teor de proteínas observados no crepe de FFC BRS Xiquexique (7,95%) foi semelhante ao obtido por Frota et al. (2010) em rocambole com 10% de FFC (7,14%) e por Cardoso et al. (2022) em abará (7,5%). Por outro lado, Fiorentin et al. (2019), ao analisares a

composição centesimal de formulações de biscoitos tipo *cookies* com 15% de FFC BRS Xiquexique; e Moreira Araújo et al. (2021), ao avaliarem formulações de barra de cereal com adição de FFC BRS Xiquexique, castanha de caju e banana passa, encontraram nas melhores formulações desses produtos teores mais altos de proteínas (10,71% e 9,50%, respectivamente). Os maiores teores de proteínas encontrado por esses autores nesses produtos, quando comparado ao crepe de FFC BRS Xiquexique, podem ser devido às diferentes matérias primas/ingredientes e porcentagem destes, utilizados nas formulações.

O crepe suíço de FFC BRS Xiquexique apresenta considerável aporte de proteínas, atendendo em 42% da IDR (Tabela 4) para crianças com idade entre 4 e 6 anos (19 g), conforme a RDC nº 269 de 22 de setembro de 2003 (BRASIL, 2003).

Os carboidratos foram os nutrientes que se apresentaram em maiores quantidades (42,82%) no crepe de FFC BRS Xiquexique, mas abaixo do observado por Cavalcante et al. (2016, 2019a), avaliando pão de queijo com FFC BRS Xiquexique (51,50% de carboidratos) e FFC BRS Aracê (49,1% de carboidratos). Por ser um produto adicionado de farinha integral de feijão-caupi, tem-se como destaque a presença de carboidratos complexos, como as fibras alimentares totais (13,41%), o que justifica um aumento na umidade do produto, já que as fibras dietéticas possuem uma elevada higroscopicidade. O teor de carboidratos totais observados no crepe de FFC BRS Xiquexique atende em 14% do valor diário de referência (Tabela 4) contido em rotulagem

nutricional de alimentos, conforme a RDC n° 360 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

O teor de fibras alimentares totais encontrado no presente estudo (13,41%) foi maior do que os observados nos estudos de Cavalcante et al. (2019a) e Silva et al. (2021), avaliando formulações de pão de queijo com adição de FFC BRS Aracê e pão com adição de FFC, encontraram valores de 9,6% e 11,67%, respectivamente.

O crepe de FFC BRS Xiquexique apresentou uma fração maior de fibra alimentar insolúvel (13,07%) e menor de fibra alimentar solúvel (0,34%). Esse resultado está de acordo com o relato de Meira et al. (2021), de que o feijão é uma das principais fontes de fibras alimentares e que ele se destaca em termos de contribuição para o total de fibra insolúvel. Essa composição de fibras alimentares torna o crepe acrescido de FFC BRS Xiquexique uma excelente fonte de fibras dietéticas, pois atende 54% da IDR recomendada pela ANVISA, que é o consumo de no mínimo 25,0 g dia⁻¹ de fibras alimentares (BRASIL, 2003).

O valor energético total (VET) observado no crepe de FFC BRS Xiquexique (282,89 kcal) foi menor do que o observado por Cavalcante et al. (2019) em uma formulação de pão de queijo com 5,6% de FFC BRS Aracê (379,40 kcal); porém, maior que os valores observados por Silva et al. (2021), em uma formulação de pão com 15% de FFC (222,17% kcal), e Cardoso et al. (2022), em abará (159,39 kcal). O crepe de FFC BRS Xiquexique atende em 14% o VDR de rotulagem nutricional de alimentos (2000 kcal), conforme a RDC n° 360 de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL, 2003).

Minerais

A adição de FFC BRS Xiquexique possibilitou o incremento de minerais no crepe suíço elaborado, conforme observado na Tabela 5. Dentre os minerais determinados no crepe suíço de FFC BRS Xiquexique, os que apresentaram maior teor foram o potássio (817,78 mg 100 g⁻¹), seguidos do fósforo (270,06 mg 100 g⁻¹) e do cálcio (178,02 mg 100g⁻¹). O zinco (1,72 mg 100g⁻¹) e o manganês (0,52 mg 100 g⁻¹) foram os minerais que se apresentaram em menores concentrações no produto.

Tabela 5. Teores de minerais do crepe suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique e o percentual de cumprimento da ingestão diária recomendada (IDR) para crianças entre 4 e 6 anos.

| Mineral | Crepe suíço de FFC BRS Xiquexique (mg 100 g ⁻¹) | %IDR |
|---------|---|------|
| P | 270,06±40,95 | 54 |
| Ca | 178,02±4,52 | 30 |
| Mg | 95,03±0,51 | 100 |
| K | 817,78±30,80 | 14 |
| Fe | 6,52±0,02 | 100 |
| Zn | 1,72±0,0,04 | 34 |
| Mn | 0,52±0,04 | 35 |

Médias±desvio padrão; n=3.

Os teores dos minerais P, Fe, Mg e Mn, presentes no crepe de FFC BRS Xiquexique foram maiores do que os observados por

Cavalcante et al. (2016) em pão de queijo de FFC BRS Xiquexique, que encontraram 187 mg 100 g⁻¹ de P; 0,72 mg 100 g⁻¹ de Fe; 22,6 mg 100 g⁻¹ de Mg e 0,029 mg 100 g⁻¹ de Mn. Os teores de Zn encontrado por esses autores e por Moreira-Araújo et al. (2021) foram maiores (2,39 e 1,89 mg 100 g⁻¹, respectivamente) do que o observado o presente trabalho. Essa variação de minerais observada nos diferentes produtos envolvendo FFC provavelmente se deve aos demais ingredientes utilizados, além de suas quantidades que varia com o produto.

O consumo do crepe suíço contendo FFC BRS Xiquexique atende às necessidades de ingestão diárias de crianças entre 4 e 6 anos de idade em 54% de P, 30% de Ca, 100% de Mg, 14% de K, 100% de Fe, 34% de MN e 14% de Zn, de acordo com a IDR na RDC Resolução nº 269 de 22 de setembro de 2005, da Agência Nacional de Vigilância sanitária - ANVISA (BRASIL, 2005). Pode-se afirmar que as quantidades de Fe e Mg presentes no crepe, ultrapassam os limites recomendados desses minerais (6 mg e 73 mg) para essa faixa etária.

Propriedade funcional do crepe de FFC BRS Xiquexique

O feijão-caupi apresenta quantidades consideráveis de compostos bioativos nos grãos e a adição de sua farinha integral no desenvolvimento de produtos alimentícios, como consequência, promove um aumento em sua atividade antioxidante com impactos positivos na saúde do consumidor. Os teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e a atividade antioxidante são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Teores de fenólicos totais, flavonoides totais, taninos condensados e atividade antioxidante (método DPPH) de crepe-suíço com adição de farinha integral de feijão-caupi (FFC) BRS Xiquexique.

| Característica | Crepe suíço de FFC BRS |
|--|------------------------|
| Fenólicos totais (mg EAG 100g ⁻¹) | 39,16±0,32 |
| Flavonoides totais (mg EQ 100g ⁻¹) | 48,64±0,57 |
| Taninos Condensados (mg EC | 141,24±0,22 |
| Atividade antioxidante (µmol | 161,00±0,10 |

EAG: Equivalentes de Ácido Gálico. EQ: Equivalente de Quercetina. EC: Equivalentes de Catequina. TEAC: Capacidade antioxidante equivalente em Trolox. Médias±desvio padrão; n=3.

Compostos bioativos e atividade antioxidante

Os compostos fenólicos têm sido alvo de interesse e de pesquisas pelas indústrias de alimentos pelo apelo funcional que agregam aos alimentos e aos benefícios que os proporcionam quando ingeridos ao longo de uma dieta. Vários produtos têm sido desenvolvidos no intuito de enriquecer formulações já existentes. Assim, Cavalcante et al. (2019b), elaborando formulação de pão de queijo com adição de FFC BRS Aracê, obtiveram valores maiores de fenólicos totais (188,39 mg EAG 100 g⁻¹), flavonoides totais (85,89 mg EQ 100 g⁻¹) e atividade antioxidante (497,50 µmol TEAC 100 g⁻¹); no entanto, o produto foi elaborado com o dobro (20%) de FFC.

O teor de taninos condensados (141,24 mg EC 100 g⁻¹) foi muito superior ao observado por Cavalcante et al. (2019b), que encontraram valor de 7,04 mg EC 100 g⁻¹. Essa diferença marcante no teor desses compostos pode ser devido aos tipos de ingredientes, bem como ao

genótipo, utilizados na elaboração dos produtos, tendo em vista que no estudo com pão de queijo foi utilizado a FFC BRS Aracê, enquanto no presente estudo, a FFC BRS Xiquexique. Estudos têm demonstrado que os taninos apresentam potencial como nutracêuticos no controle da hiperglicemia, do diabetes tipo 2, através da inibição de enzimas-chave, como α -glicosidase e α -amilase, bom potencial antimicrobiano, potencial prebiótico, estimulando a produção de gorduras ácidos após a fermentação microbiana (ARAÚJO et al., 2021).

CONCLUSÃO

O crepe suíço com adição de farinha de feijão-caupi BRS Xiquexique apresenta bons atributos sensoriais em termos de aceitação, preferência e intenção de compra, quantidades consideráveis de fibras alimentares (principalmente fibras insolúveis), minerais (principalmente magnésio e ferro), compostos bioativos (principalmente flavonoides e taninos), proporcionando uma significativa atividade antioxidante e um alimento funcional que pode trazer benefícios para a saúde do consumidor, principalmente, aqueles de baixa faixa etária, constituindo-se em uma excelente opção para a merenda escolar.

REFERÊNCIAS

ABREU, B. B.; MOREIRA, L. R. L. F.; CAVALCANTE, R. B. M.; CAMPOS, C. M. F.; GOLÇALVES, M. F. B.; OLIVEIRA, E. L. C.; BRANDÃO, A. 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.

ARAÚJO, F. F.; FARIAS, D. P.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Polyphenols and their applications: an approach in food chemistry and innovation potential. **Food Chemistry**, v. 338, 2021.

ARISE, A. K.; MALOMO, S. A.; OWOLABI, O.; ARISE, R. O. Proximate, Antioxidant, and Sensory Properties of Tidbit Snacks from Cassava Enriched with Processed Benniseeds. **ACS Food Science and Technology**, v.1, p. 268-274, 2021.

Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (2012). **Official methods of analysis of AOAC International**. Gaithersburg: AOAC International.

BLASA, M.; CANDIRACCI, M.; ACCORSI, A.; PIACENTINI, M. P.; ALBERTINI, M. C.; PIATTI, E. Raw Millefiori honey is packed full of antioxidants. **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 97, n. 2, p. 217-222, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2012). Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar (Resolução nº. 54, de 12 de novembro de 2012). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (2005).

Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Ingestão Diária Recomendada (IDR) para Proteína, Vitaminas e Minerais (Resolução n°. 269, de 22 de setembro de 2005). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.**

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (1978). Dispõe sobre as Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas (Resolução n°. 12, de 24 de julho de 1978). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.**

Brasil. Conselho Nacional de Saúde - CNS (2012). Dispõe sobre as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas Envolvendo Seres Humanos (Resolução n°. 466, de 12 de dezembro de 2012). **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.**

CARDOSO, L. A.; GREINER, R.; SILVA, C. S.; MACIEL, L. F.; SANTOS, L. F. P.; ALMEIDA, D. T. Small scale market survey on the preparation and physico-chemical characteristics of moin-moin: a traditional ready-to-eat cowpea food from Brazil. **Food Science and Technology**, v. 42, e59920, 2022.

CAVALCANTE, R. B. M.; MORGANO, M. A.; DAMASCENO E SILVA, K., J.; ROCHA, M. M.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Pão de queijo enriquecido com farinha de feijão-caupi biofortificado. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 1, p. 57-103, 2016.

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**, v. 30, n. 4, p. 1050-1058, 2017.

CAVALCANTE, R. B. M.; MORGANO, M. A.; GLÓRIA, M. B. A.; ROCHA, M. M.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Cheese bread enriched with biofortified cowpea and their sensory, and nutritional characteristics. In: Anais do 13º Simpósio Latino-Americano de Ciência de Alimentos, 2019, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2019/papers/cheese-bread-enriched-with-biofortified-cowpea-and-their-sensory--and-nutritional-characteristics>>. Acesso em: 06 abr. 2022.

CAVALCANTE, R. B. M.; MORGANO, M. A.; GLÓRIA, M. B. A.; ROCHA, M. M.; ARAÚJO, M. A. M.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Mineral content, phenolic compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. **Food Science and Technology**, v. 39, n. 4, p. 843-849, 2019.

DANKWA, R.; AISALA, H.; KAITESI, E.; KOCK, H. L. The sensory profiles of flatbreads made from sorghum, cassava, and cowpea flour used as wheat flour alternatives. **Foods**, v. 10, e3095, 2021.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4º ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

EMELIKE, N. J. T.; N. J. T.; UJONG, A. E.; ECHINEWHU, S. C. Proximate and sensory properties of moi-moi developed from cowpea and avocado pear seed flour blends. **Journal of Food Technology Research**, v. 7, n. 2, p. 136-143, 2020.

FIorentin, S.; TEIXEIRA, F.; SILVA, S.; BERNARDI, D.; SANTOS, S.; LOVATO, F. Desenvolvimento de formulações biscoitos tipo cookies com adição de farinha de feijão caupi BRS Xiquexique. **FAG Journal of Health**, v. 1, n. 2, p. 36-47, 2019.

FROTA, K. M. G.; MORGANO, M. A.; SILVA, M. G.; ARAÚJO, M. A.; MOREIRA-ARAÚJO, R. S. R. Utilization of cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) flour in the development of bakery products. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 30(1):44-50, 2010.

GIRARDI, M. W.; FABRI, R. K.; BIANCHINI, V. U.; MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Oferta de preparações culinárias e alimentos regionais e da sociobiodiversidade na alimentação escolar: um estudo na Região Sul do Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 25, n. 3, p. 29-44, 2018.

KIM, D.; JEONG, S. W.; LEE, C. Y. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. **Food Chemistry**, United Kingdom, v. 81, n. 3, p. 321-326, 2003.

LIMA, J. R.; J. R.; GARRUTI, D. S.; MACHADO, T. F.; ARAÚJO, I. M. S. Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 4, p. 708-714, 2018.

LANDIM, L. A. S. R. Impact of the two different iron fortified cookies on treatment of anemia in preschool children in Brazil. **Nutrición Hospitalaria**, v. 33, n. 5, p. 1142-1148, 2016.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food**
160

Chemistry, v.45, p.1390-1393, 1997.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI S. B. Alimentação saudável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 11, p. 40251-4261, 2019.

MEIRA, R. F. C. F, et al. Contribuição dos diferentes alimentos segundo a classificação Nova para a ingestão de fibras alimentares em adolescentes. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 8, p.3147-3160, 2021.

MELO, M. C.; OLIVEIRA, G. S. D.; SILVA, A. E. A. D.; SILVA, D. S. P.; AZEVEDO, T. K. B. Crianças pré-escolares: uma revisão sobre o consumo de alimentos industrializados. **Revista Humano Ser 2017/2018**, v. 3, n. 1, p. 19-32, 2018.

MOREIRA-ARAÚJO, R., S., R. et al. Cereal bar enriched with cowpea bean whole flour, cashew nut, and raisin banana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 52, n. 2, 2021.

MOUTALEB, O. H.; AMDAOU, I.; AMZA, T.; ZHANG, M. Physico-functional and sensory properties of cowpea flour based recipes (*akara*) and enriched with sweet potato. **Journal of Nutritional Health & Food Engineering**, V. 7, n. 4, 325-330, 2017.

PRICE, M. L.; SCOYOC, S. V.; BUTLER, L. G. A critical evaluation of the vanillin reaction as na assay for tannin in sorghum grain. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 26, n. 5, p. 1214-1218, 1978.

ROCHA, B. R.; MACIEL, E. A.; OLIVEIRA S. R. M.; TERENCE, Y. S.; SILVA, B. A. Influência dos alimentos funcionais na incidência das

doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). **Intercontinental Journal on Physical Education**, v.3, n.1, p. 1-20, 2021.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. 4p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado técnico, 127).

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/Stat Software 12.1**. Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2012.

SILVA, I. C. V. **Potencial tecnológico, nutricional e funcional de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.Walp.) e sua aplicabilidade na indústria alimentícia**. Teresina, 2020. 193 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.

SILVA, D., J.; QUEIROZ, A., C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. D. R.; ROSA, G. C.; NEVES, N. A.; LEORO, M. G. V.; SCHMIELE, M. Production of sourdough and gluten-free bread with brown rice and carioca and cowpea beans flours: biochemical, nutritional and structural characteristics. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 16, e303101623992, 2021.

SILVA JÚNIOR, J. T; OLIVEIRA, B. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, R. G. Desenvolvimento e aceitação sensorial de empanado de frango do tipo nuggets com substituição de proteína de soja Por farinha de feijão-caupi (*vigna unguiculata*). In: CORDEIRO, C. A. M. (org.) **Tecnologia**

de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos – Volume 2. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2020. p. 157-168.

TIMITEY, A.; ADINSI, L.; MODODÉ, Y. E.; CISSÉ, F.; AKISSOÉ, N.; HOUNHOUGAN, D. J. Technological, physico-chemical and sensory changes during cowpea processing into shô basi, a couscous-like product from Sahelian Africa. **Legume Science**, v. 4, e115, 2022.

WATT, B.; MERRILL, A.L. **Composition of foods:** raw, processed, prepared. Washington: Agricultural Research Service, 1963. 198p. (Agriculture Handbook, 8).

CAPÍTULO III

CONSIDERAÇÕES FINAIS

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os pesquisadores pretenderam desenvolver crepes suíço elaborados a partir de farinha integral de feijão-caupi, para proporcionar mais opção de alimentos menos industrializados e enriquecido com matérias-primas regionais e assim, substituir a elevada gama de alimentos de baixo valor nutritivo e com isso, melhorar a qualidade de vida do consumidor, promovendo uma diminuição das DCNTs principalmente, nas populações mais carentes.

Para se atingir uma compreensão do potencial nutricional e funcional de cultivares de feijão-caupi na elaboração de crepe suíço como uma opção para a merenda escolar, definiu-se cinco objetivos específicos. O primeiro determinou-se a composição centesimal de cultivares de feijão-caupi (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras alimentares) e o valor energético total nos grãos de cultivares de feijão-caupi. Verificou-se que as cultivares de feijão-caupi apresentaram uma boa composição centesimal, com elevados teores de proteínas, principalmente a BRS Aracê e a BRS Xiquexique e de fibras alimentares, na qual não houve diferenças significativas entre elas.

Depois determinou-se o teor dos minerais ferro, zinco e selênio, compostos bioativos presentes nos grãos de cultivares de feijão-caupi. A análise permitiu concluir que as farinhas de feijão-caupi apresentam uma variedade e quantidade de minerais em sua composição cujo valores são decrescentes em níveis de Potássio (K), Fósforo (P), Magnésio (Mg) e Selênio (Se) e são excelentes fontes nutricionais de antioxidantes, principalmente de fenólicos totais como na BRS Xiquexique e em flavonoides totais como na BRS Inhumá.

Por fim, formulou-se crepes suíços a partir da farinha integral da melhor cultivar de feijão-caupi em termos nutricionais e funcionais para serem utilizadas como opção na alimentação de crianças da faixa etária entre 4 e 6 anos de idade, principalmente como uma opção na merenda escolar. Como resultado, obteve-se uma formulação de crepe suíço com a adição de farinha integral a cultivar de feijão-caupi BRS Xiquexique,

com boa aceitação, preferência e intenção de compra, com alta qualidade nutricional em termos de minerais e fibras alimentares, com consideráveis níveis de potássio, cálcio, fósforo e ferro. O crepe também se destacou em propriedades funcionais, contendo quantidades consideráveis de compostos bioativos, destacando-se os fenólicos totais, flavonoides totais e taninos condensados, contribuindo para o aumento da atividade antioxidante do produto.

Com isso, a hipótese do trabalho de que cultivares de feijão-caupi que apresentam altos teores de proteínas, ferro, zinco, selênio e fibras alimentares; baixos conteúdos de taninos e ácido fítico; maiores teores de compostos bioativos e alta capacidade antioxidante e que se constituem em excelentes opções para a elaboração de crepes suíço mais nutritivo e funcional, se confirmaram nas cultivares comerciais de feijão-caupi BRS Aracê e BRS Xiquexique e na formulação de crepe suíço com adição de farinha integral da cultivar BRS Xiquexique. Sendo assim, a farinha integral de feijão-caupi da cultivar BRS Xiquexique se torna uma ótima opção para enriquecer nutricionalmente a massa de crepes utilizadas como alternativa de lanches em festas e atividades recreativas infantis.

Em pesquisas futuras, pode-se analisar outras cultivares de feijão-caupi e em outras formulações alimentícias utilizando novas metodologias, para que essa leguminosa agregue cada vez mais na mesa da população brasileira, principalmente como fonte de nutrientes e compostos bioativos para crianças carentes, que tanto necessitam de alimentos ricos em vitaminas, minerais e antioxidantes para melhoria da saúde.

OUTRAS PRODUÇÕES

ARTIGOS

Artigo 4

OLIVEIRA, A. M. C.; MELO NETO, B.; SILVA, M. R.; OLIVEIRA, M. R. Produção de alimentos a base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde. **Research, Society and Development**, v.10, n. 14, e56101416054, 2021.

Research, Society and Development, v. 10, n. 14, e56101416054, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.16054>

Produção de alimentos na base do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*): importância nutricional e benefícios para a saúde

Food production based on cowpea (*Vigna unguiculata*): nutritional importance and health benefits

Producción de alimentos a base de caupí (*Vigna unguiculata*): importancia nutricional y beneficios para la salud

Recebido: 13/05/2021 | Revisado: 22/05/2021 | Aceito: 23/10/2021 | Publicado: 24/10/2021

Adolfo Marcito Campos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-8073>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: amcoliveira2@hotmail.com

Bernardo Melo Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6821-2568>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: bernardomelonet@hotmail.com

Maurisrael de Moura Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8517-2794>
Embrapa Meio-Norte, Brasil
E-mail: maurisrael.rocha@embrapa.br

Marielle Rodrigues da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6063-7834>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: mariellerodrigues34@gmail.com

Mariely Rodrigues de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2772-0089>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: mariely-rodrigues@hotmail.com

Resumo

O desenvolvimento e enriquecimento de alimentos têm grande importância não só para a indústria, como também para a melhoria da nutrição da população, onde se pode criar novos produtos ou otimizar os já existentes. O feijão-caupi constitui-se um dos principais componentes da dieta alimentar nas regiões Nordeste e Norte do Brasil, especialmente na zona rural, em virtude do seu alto valor nutritivo, há uma necessidade de ampliar a diversificação de formulações com essa matéria-prima, no intuito de aumentar a oferta de produtos de baixo custo, principalmente para a população de baixa renda. Este trabalho tem como objetivo identificar quais as principais formulações desenvolvidas, contendo como matéria-prima o feijão-caupi, a partir de uma revisão sistemática. Foi demonstrado que alimentos que contêm farinhas de feijão-caupi assim como também os sem processamento prévio aumentam significativamente os níveis de vitaminas e minerais, tornando assim o alimento mais nutritivo como um todo. Logo conclui-se que o feijão-caupi carrega consigo uma boa versatilidade em relação a sua aplicabilidade, tornando-o apto para incorporação nas mais diversas formulações alimentícias.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Valor nutritivo; Formulações alimentícias.

Abstract

The development and enrichment of food is of great importance not only for industry, but also for improving the nutrition of the population, where new products can be created or existing ones can be optimized. Cowpea is one of the main components of the diet in the Northeast and North regions of Brazil, especially in rural areas, due to its high nutritional value, there is a need to expand the diversification of formulations with this raw material, in order to increase the offer of low-cost products, especially for the low-income population. This work aims to identify the main formulations developed, containing cowpea as raw material, based on a systematic review. Foods containing cowpea flour as well as unprocessed foods have been shown to significantly increase levels of vitamins and minerals, thus making the food more nutritious as a whole. Soon it is concluded that the cowpea carries with it a good versatility in relation to its applicability, making it suitable for incorporation in the most diverse food formulations.

Keywords: *Vigna unguiculata*; Nutritional value; Food formulations.

Artigo 5

ALVES, K. L.; ARAÚJO, K. C. A.; OLIVEIRA, A. M. C. Principais fitoterápicos comercializados em drogarias de Teresina: informações terapêuticas dos principais princípios ativos vegetais. **Revista Casos e Consultoria**, v.12, n. 1, e25217, 2021.

Revista de Casos e Consultoria, V. 12, N. 1, e25217, 2021

ISSN 2237-7417 | CC BY 4.0

Principais fitoterápicos comercializados em drogarias de Teresina: informações terapêuticas dos principais princípios ativos vegetais
Main phytotherapies sold in drugstores in Teresina: therapeutic information on the main vegetable active ingredients
Principales fitoterápicos de venta en farmacias de Teresina: información terapéutica sobre los principales principios activos vegetales

Recebido: 13/05/2021 | Revisado: 30/05/2021 | Aceito: 20/06/2021 | Publicado: 15/07/2021

Kerollay Lucio Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4982-4321>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: kerollaylucio@gmail.com

Karla Cristina Alves Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1644-5912>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: araujokarla128@gmail.com

Adolfo Marcito Campos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-8073>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: amcoliveira2@hotmail.com.br

Resumo

Medicamentos fitoterápicos são aqueles obtidos com emprego exclusivo de matérias-primas ativas vegetais. A atividade farmacológica obtida através de espécies vegetais resulta de uma ou de um conjunto de substâncias ativas de grande complexidade que pode modular e modificar os efeitos de princípio(s) ativo(s). O presente estudo teve como objetivo principal, identificar e analisar o perfil farmacoterapêutico dos medicamentos fitoterápicos comercializados nas principais redes de drogarias de Teresina. Onde foi realizada uma coleta de dados, em três drogarias a respeito dos

Artigo 6

OLIVEIRA, A. M. C.; SILVA, I. C.; SOUSA, J. A. S. Análise crítica da formulação do Morosil e sua comercialização no tratamento da obesidade. **Research, Society and Development**, v.10, n. 6, e16910615616, 2021.

Research, Society and Development, v. 10, n. 6, e16910615616, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15616>

Análise crítica da formulação do Morosil e sua comercialização no tratamento da obesidade

Critical analysis of the formulation of Morosil and its commercialization in the treatment of obesity

Análisis crítico de la formulación de Morosil y su comercialización en el tratamiento de la obesidad

Recebido: 29/04/2021 | Revisado: 05/05/2021 | Aceito: 10/05/2021 | Publicado: 26/05/2021

Adolfo Marcito Campos de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-8073>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: ancoliveira2@hotmail.com

Isabella Climaco Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3780-5446>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: isabellaclimaco79909@gmail.com

Josefa Aliene de Sá Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3169-6154>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: saaliene23@gmail.com

Resumo

Os tratamentos com fitoterápicos tem ganhado força nos últimos anos, principalmente para o tratamento da obesidade, porém existem poucas evidências científicas sobre os mesmos. Dessa forma o presente estudo teve como objetivo realizar uma análise crítica da sua comercialização e eficácia no tratamento da obesidade. A pesquisa foi realizada em farmácias de manipulação e drogarias da cidade de Teresina – PI, por meio de uma análise observacional, foram avaliadas as informações técnicas dos produtos que tem como princípio ativo o *Toranja Citrusinensis* (morosil). Além disso também será realizado uma busca de artigos nas seguintes bases de dados Science Direct, PubMed e MEDLINE. Em uma tabela foram descritas as especificações das formulações de morosil comercializadas em Farmácias de manipulação de Teresina-PI, onde majoritariamente são comercializados na apresentação de cápsulas, com exceção da farmácia C tipo 2 que dispõe também da apresentação sachê. Todas as formulações possuem uma dosagem de 500mg, com exceção da Farmácia E tipo 1, consequentemente, todas têm posologia de 1 vez ao dia, exceto a Farmácia E tipo 1 que tem posologia de 2 vezes ao dia. Todos possuem venda livre. Os preços entre as Farmácias variam de 188R\$ à 90R\$, tendo na Farmácia D as opções do morosil associado a outros componentes ou de forma isolada. Diante do exposto, é possível inferir as informações contidas nas formulações magistrais dos produtos manipulados são essencialmente importantes para garantir uma boa adesão farmacológica, minimizar os potenciais efeitos adversos, garantir a segurança e a eficácia.

Palavras-chave: Morosil; Fitoterapia; Obesidade.

Abstract

Herbal treatments have gained strength in recent years, mainly for the treatment of obesity, but there is little scientific evidence about them. Thus, the present study aimed to conduct a critical analysis of its commercialization and effectiveness in the treatment of obesity. The research was carried out in manipulation pharmacies and drugstores in the city of Teresina - PI, through an observational analysis, the technical information of the products whose active ingredient is the *Grapefruit Citrusinensis* (morosil) was analyzed. In addition, a search for articles will also be carried out in the following databases Science Direct, PubMed and MEDLINE. The table below shows the specifications of the morosil formulations sold in pharmacies in Teresina-PI, where they are mostly sold in the presentation of capsules, with the exception of pharmacy C type 2, which also has the sachet presentation. All formulations have a dosage of 500mg, with the exception of Pharmacy E type 1, consequently, all have a dosage once a day, except Pharmacy E type 1 which has a dosage twice a day. All have free sales. Prices between pharmacies range from 188 R\$ to 90 R\$, with Pharmacy D having the morosil options associated with other components or in

Nutrição.

Qualidade Orgânica Agrícola como Alimento do Presente e do Futuro: Sustentabilidade, Educação Ambiental e Nutricional. Uma Revisão

de uma nova cultura alimentar na escola, possibilitando que o educando estabeleça a importância da alimentação, da higienização dos alimentos, do valor nutricional, sobretudo dispensando maiores cuidados para a aquisição para a saúde crítica sobre propriedades de produtos alimentares pouco nutritivos, levando-o à mudança, buscando promover assim, uma educação alimentar (FONSECA, RODRIGUES, 2011).

Fazer melhor a implantação de hortas em ambiente escolar pode ser realizado utilizando materiais, como: placas geradas por casas de PVC, latas, caixotes de madeira escuras, jarras de alumínio, tampões de latas e de plástico (CLEMENTE, BARREI, 2011) evitando de promover o enchimento, onde há o aproveitamento 100% dos resíduos produzidos, que são orgânicos e sem produtos químicos, e acionados no meio ambiente (FONSECA et al., 2011). De um modo similar por Pimenta e Rodrigues (2011) foram observados durante cinco meses, o passo a passo na implantação de uma horta orgânica construída realizada por crianças em uma escola, localizada no região noroeste da cidade de Curitiba, Paraná. O projeto se iniciou com uma coleta seletiva de resíduos que foram utilizados para a montagem de canteiros e vasos destinados para plantação de verduras, e na montagem de composteira, para tratamento dos resíduos de cozinha, galhos e gramas de grama. Foi realizado passeio à comunidade escolar, em canteiros que abrigam verduras e produção de alface orgânica, destacando pontos importantes para o processo de compostagem como manter sempre constante o e material sempre úmido em diversas temperaturas, bem como, realizar a manutenção de fermento das hortas que são áreas onde são cultivadas produtos de qualidade, como: tomates, cebolas e amaranthos, alface, grama etc., durante processo de decomposição, originando o adubo orgânico. Após esse atendimento as crianças tiveram a oportunidade de plantar e colher as frutas e verduras nas áreas demonstrando interesse em como os alimentos das hortas orgânicas e orgânicos e canteiros com meio ambiente.

recurso humano de menor valor. Diante disso, Agricultura orgânica tem se tornado cada vez mais necessária, por ser uma excelente alternativa alimentícia, que consiste em métodos controlados social, promovendo saúde, sustentabilidade e qualidade de vida para quem produz e para quem consome. É importante ressaltar, que não se trata apenas de obter "alimento ou comida", mas sim de compreender toda a responsabilidade que esta ação acarreta não para o indivíduo, mas para a coletividade, suas famílias e o meio ambiente. Cultivado e colhido saudável e sustentável, a produção de alimentos, uma alimentação mais variada em frutas e verduras, são atividades auto-sustentáveis realizadas na busca por uma qualidade de vida com o meio ambiente.

Sobre os autores

Alfonso Miranda Monte Aguiar - Docente do Curso de Bacharelado em Nutrição pelo Centro Universitário Santa Agapita - UNISA, Teresina, PI, Brasil. *Perfil:* Dra. Lúcia Aguiar dos Santos Ramos Ladeira - Nutricionista. Orientadora em Alimentação e Nutrição pelo UNPA, Mestre em Alimentação e Nutrição pelo UNPA, Docente do Curso de Bacharelado em Nutrição do Centro Universitário Santa Agapita - UNISA, Teresina, PI, Brasil.

Prof. Adalberto Mendes Campos de Oliveira - Nutricionista pelo UNPA. Mestre e doutorado em Alimentação e Nutrição pelo UNPA, Docente do curso de Bacharelado do curso de Nutrição do Centro Universitário Santa Agapita - UNISA, Teresina, PI, Brasil.

Prof. Cláudio Toledo Soares Duarte - Administrador (CETEC) Mestre em Engenharia de Produção (UNPA) Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Santa Agapita - UNISA, Teresina, PI, Brasil.

Considerações Finais

O conhecimento aqui com o, a compreensão das diversas relações e interações humanas, naturais, e sua possível potencialidade para a promoção e ou recuperação da

PALAVRAS CHAVES: Agricultura sustentável, Agricultura orgânica, Educação ambiental, Educação nutricional, Sustentabilidade.

Keywords: Sustainable agriculture, Organic agriculture, Environmental education, Nutritional education, Sustainability.

Agricultural Organic Cultivation as an Alternative to Promote Sustainability, Environmental and Nutritional Education: A Review

RECEBIDO: 05/10 - APROVADO: 21/02/21

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, F. A.; MADEIRA, N. R. *Método de solo no sistema de produção orgânica de hortaliças*. Brasília: DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Brasileiro de Produção Agrícola, 2008. Disponível em: <http://www.sistema.org.br/imagens/imagens/producao/producao%20org%20vegetal%20de%20hortali%20e%20frutas%20e%20ervas%20arom%20aticas.pdf>. Acesso em: 10/02/2021 em 26.10 minutos.

ALZATE, M. *Agricultura orgânica: bases científicas para uma agricultura sustentável*. Curitiba, BR: Appropiada, p.105, 2010.

ARAÚJO, A. S. O planejamento urbano e ambiental na construção de cidades sustentáveis: as hortas urbanas comunitárias em Porto, Portugal, e Belo Horizonte, Brasil. URBANA: Revista Científica do Centro Interdisciplinar de Estudos sobre a Cidade, v. n. 12 (15), p. 190-209, 2016.

BALL, B.; CHAMBERLAIN, P. R.; WATSON, C. A. Uma estratégia de conexão entre o solo e as pessoas pode ajudar a melhorar a sustentabilidade do sistema alimentar e do sistema agrícola. *Nature* v. 47, n. 7, p. 208-209, 2012.

BETTO, V. de A.; FERRAZ, M. A. A. Hortas orgânicas: agricultura alternativa do campo à mesa. Anuário CENPEC, p.21. EDIÇÃO: 2010. Instituto Agrário, 2010.

CAPRALI, I.R. KRYZIOV, E.J. *Práticas produtivas da Agricultura Orgânica*. Instituto de Educação, O Amor e Tecnologia do Futuro - Educação e Tecnologia, 2011.

CAPRALI, I.R.; COSTA, R. S. A. Agricultura Alimentar e Agrícola Sustentável: Uma perspectiva Agrícola. *Ciência e Ambiente*, São Paulo, 45, v. 1, n. 7, p.153-160, 2013.

CLEMENTE, M. V.; BARREI, L. L. Hortas em pequenos espaços. *Revista DE EDUCAÇÃO*, 2012, 54.

DALL, V. V., et al. O Modelo de Alimentação Orgânica: Uma Teoria da Qualidade e Qualidade das Práticas Inter-relacionadas. *Análise e Socialidade*. São Paulo e XVII, n. 1 p.p. 143-162, jan. maio 2011.

ENIG, E. C. L.; LIMA, R. E.; LIMA, E. A. Hortas na escola: incentivo ao cultivo e a interação com o meio ambiente. *Revista Brasileira em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental* Santa Maria, v. 19 (1), p. 248-253, jan. abr. 2015.

HILBERG, N.; PANDESEKIDRAM, F.; TRIPPE, B. *Introdução ao funcionamento e estrutura alimentar: O que os consumidores? Proposta em Agricultura Sustentável*. v. 6,

resumo de artigo

p.126-130, 2011.

JARZON, G. *Orgânica: Um desafio ao desenvolvimento do mercado de alimentos orgânicos em Polónia e as possíveis estratégias de crescimento*. *Food Science & Nutrition*, v. 5, n. 6, p.1642-1652, 2018.

LIMA, P. C. et al. *Método de solo no sistema de produção orgânica de hortaliças*. Brasília: DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistema Brasileiro de Produção Agrícola, 2008. Disponível em: <http://www.sistema.org.br/imagens/imagens/producao/producao%20org%20vegetal%20de%20hortali%20e%20frutas%20e%20ervas%20arom%20aticas.pdf>. Acesso em: 10/02/2021 em 26.10 minutos.

MENEGAZZI, E. S. *Horta orgânica em educação ambiental: o alimento: experiência do Projeto Hortas Vivas nas escolas municipais de Grammatópolis*. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande, FURG, 2010.

OLIVEIRA, L. B. *Orgânicos: Alternativas sustentáveis em Curitiba*. São: Curitiba, Alameda e Comercial, v. 6 São Paulo, 2016.

PIMENTA, J. C.; RODRIGUES, K. S. M. *Projeto Hortas Vivas*. Agência de Educação Ambiental do Estado do Paraná: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Paraná (FAPES) - Instituto de Educação Ambiental e Tecnológica (INEAT) - UNICAPAR - Curitiba, 2011.

REICHMANN, J.; SCHMANN, D. *Sustentabilidade: sustentando a produção*. São Paulo: Alameda, 2010, 270 p.

REICHENBACH, A. *Alfama: Educação ambiental através do cultivo*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SILVEIRA, M. A. N.; SANTOS, L. C.; LIMA, P. C. *Cultivo de hortaliças em sistema orgânico*. Rio: Casa, Viçosa, v. 41, Suplemento, p. 820-821, 2014.

SILVEIRA, P. *Orgânica: Uma sustentabilidade socioambiental das hortas orgânicas no campo da Produção Municipal de Hortaliças*. COLASER Congresso Latino Americano de Sustentabilidade, Socioambiental, Espaço rural e Comunitário, 2011.

TAL, A. *Trazer a agricultura convencional ecologicamente correta: além além da globalização da agricultura orgânica e da desmontagem da agricultura convencional*. *Sustainability* v. 10, n. 1, p. 1-12, 2018, 2018.

WELT, T. *As contribuições técnicas acadêmicas da agricultura orgânica*. *Journal of Agrarian Change* v. 10, p. 105-141, 2010.

Artigo 8

PEREIRA, B. N.; CAVALCANTE, D. D.; BEZERRA, K. C. B. OLIVEIRA, A. M. C. Macaúba (*Acrocomia aculeata*): determinação da composição centesimal e seu potencial para a saúde. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, e120101522689, 2021.

Research, Society and Development, v. 10, n. 15, e120101522689, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22689>

Macaúba (*acrocomia aculeata*): determinação da composição centesimal e seu potencial para a saúde

Macauba (*acrocomia aculeata*): determination of the centesimal composition and its nutritional potential for health

Macauba (*acrocomia aculeata*): determinación de la composición centesimal y su potencial nutricional para la salud

Recebido: 02/11/2021 | Revisado: 09/11/2021 | Aceito: 12/11/2021 | Publicado: 21/11/2021

Bianca do Nascimento Pereira
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3282-1562>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: biancainacio3@gmail.com

Dayara Dias Cavalcante
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9101-1615>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: dayaradias1374@gmail.com

Kella Cristiane Batista Bezerra
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0425-3596>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: kellibattista@gmail.com

Adolfo Marcito Campos de Oliveira
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7625-8073>
Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil
E-mail: maucoliveira2@gmail.com.br

Resumo

A macaúba (*acrocomia aculeata*) é uma espécie de PANC, nativa do Brasil, seus frutos possuem um mesocarpo conspícuo de coloração amarelada ou esbranquiçada e com uma consistência fibrosa e mucilaginosa. Este estudo teve como objetivo analisar os constituintes nutricionais do mesocarpo da *acrocomia aculeata*. Trata-se de um estudo experimental com abordagem quantitativa, onde foi utilizada a polpa da macaúba para a análise da composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras e carboidratos), realizadas em triplicatas no laboratório de controle de qualidade de alimentos em Teresina-PI. Com os resultados obtidos, observa-se que a amostra analisada apresenta um alto teor de umidade (57,6%), de fibras (13,5%) e de carboidratos totais (21,22%), apontando que o uso da polpa da macaúba pode ser uma excelente opção alimentar, fonte de energia e de fibras totais, contribuindo para a promoção da saúde. Em conclusão, a polpa da *acrocomia aculeata* pode ser considerada como fonte de alto teor de fibras alimentares totais, podendo ser utilizada como suplementação dietética ajudando a alcançar a recomendação diária de fibras na alimentação e como tratamento alternativo ou complementar de diversas doenças, indicando sua potencialidade para o desenvolvimento de produtos com alegação funcional.

Palavras-chave: Polpa da macaúba; Teor de fibras; Promoção da saúde; PANC.

Abstract

The macauba (*acrocomia aculeata*) is a PANC species native to Brazil, its fruits have an edible mesocarp with a yellowish or whitish color and a fibrous and mucilaginous consistency. This study aimed to analyze the nutritional constituents of the mesocarp of *acrocomia aculeata*. This is an experimental study with a quantitative approach, where the macauba pulp was used for the analysis of the centesimal composition (humidity, ashes, proteins, lipids, fibers and carbohydrates), performed in triplicates in the laboratory of food quality control in Teresina-PI. With the results obtained, it is observed that the sample analyzed has a high content of moisture (57.6%), fiber (13.5%) and total carbohydrates (21.22%), indicating that the use of macauba pulp can be an excellent food option, a source of energy and total fiber, contributing to the promotion of health. In conclusion, the pulp of *acrocomia aculeata* can be considered as a source of high total dietary fiber, and can be used as a dietary supplementation helping to achieve the daily recommendation of fiber in the diet and as an alternative or complementary treatment of various diseases, indicating its potential for the development of products with functional claims.

Keywords: Macauba pulp; Fiber content; Health promotion; PANC.

Artigo 9

BRITO, J. V. B.; SOUSA, P. F. N.; OLIVEIRA, A. M. C.; CAVALCANTE, G. L.; LIMA, J. V. O.; CARVALHO, F. S. Principais fitoterápicos utilizados no tratamento da obesidade, comercializados em uma farmácia de manipulação. **Brazilian Journal of Surgery Clinical Research**, v. 27, n. 1, p. 22-27, 2019.

Vol.27,n.1,pp.22-27 (Jun - Ago 2019) Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR

PRINCIPAIS FITOTERÁPICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DA OBESIDADE, COMERCIALIZADOS EM UMA FARMÁCIA DE MANIPULAÇÃO

MAIN PHYTOTHERAPIS USED IN THE TREATMENT OF OBESITY, MARKETED IN A MANIPULATION PHARMACY

JANAINA VIDAL BEZERRA BRITO¹, PABLO FERNANDES NASCIMENTO SOUSA¹, ADOLFO MARCILO CAMPOS DE OLIVEIRA^{2*}, GISELI LOPES CAVALCANTE³, JOSE VIRGILINO DE OLIVEIRA LIMA⁴, FELIPE DA SILVA CARVALHO⁵

1. Acadêmicos do curso de graduação em farmácia, do Centro Universitário Santo Agostinho; 2. Professor mestre e doutorado em farmacognosia do curso de farmácia do centro universitário santo agostinho e acad. especialista em tecnologia de alimentos, análises de alimentos, controle de qualidades de alimentos e fitoterapia.

* Ar: Valêr Alencar, 665, São Pedro, Teresina, Piauí, Brasil. CEP 64 019-625 amoliveira2@hotmail.com.br

Recebido em 15/04/2019. Aceito para publicação em 13/05/2019

RESUMO

O presente trabalho tem como o objetivo analisar os principais fitoterápicos que são utilizados no tratamento da obesidade e comercializados em uma farmácia de manipulação. O mesmo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica e coleta de dados dos principais fitoterápicos comercializados naquele estabelecimento, através do controle de vendas e entrega desses medicamentos. O estudo sobre obesidade na sociedade contemporânea vem assumindo um papel cada vez mais relevante ao longo dos anos. Durante as duas últimas décadas, alterações ocorridas na estrutura social e econômica da sociedade, como os processos de modernização, urbanização e todas as inovações tecnológicas, provocaram mudanças nos hábitos cotidianos. A obesidade é atualmente, um dos mais graves problemas de saúde pública no mundo, sendo uma doença progressiva e crônica, caracterizada pelo acúmulo excessivo de tecido adiposo no indivíduo, devido ao desequilíbrio entre a ingestão exagerada de calorias e o menor gasto energético, evidenciando um aumento da massa de gordura no corpo. É vital que se reconheça a obesidade como um problema de saúde pública, podendo ser iniciada em qualquer idade e ser descrita como uma doença de origem multifatorial. Diante desse problema surge as terapias alternativas, na qual destaca-se a fitoterapia, a qual possibilita tanto o emagrecimento, atuando através da "quebra de células de gordura", (lipólise) e no equilíbrio das funções fisiológicas do organismo, como ajuda também no reestabelecimento da autoestima, uma vez que a mesma é bastante comprometida quando associada a obesidade.

PALAVRAS-CHAVE: Obesidade, fitoterapia, emagrecimento.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the main herbal medicines that are used in the treatment of obesity and marketed in a pharmacy of manipulation. The same was done through a bibliographical research and data collection of the main phytotherapies marketed in that establishment, through the control of sales and delivery of these medicines. The study of obesity in contemporary society has been playing an increasingly important role over the years. During the last two decades, changes in the social and economic structure of society, such as the processes of modernization, urbanization and all technological innovations, have led to

changes in daily habits. Obesity is currently one of the most serious public health problems in the world, being a progressive and chronic disease, characterized by the excessive accumulation of adipose tissue in the individual, due to the imbalance between the exaggerated calorie intake and the lower energy expenditure, evidencing an increase the mass of fat in the body. It is vital that obesity is recognized as a public health problem, and can be started at any age and described as a multifactorial disease of origin. In the face of this problem, alternative therapies arise, in which phytotherapy is emphasized, which enables both slimming, acting through the "fat cell break" (lipolysis) and in the balance of the physiological functions of the organism, as well as helping in the reestablishment of self-esteem, since it is very compromised when associated with obesity.

KEYWORDS: Obesity, herbal medicine, weight loss.

1. INTRODUÇÃO

A obesidade é atualmente, um dos mais graves problemas de saúde pública no mundo, a mesma é uma doença complexa, progressiva e crônica, caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal no indivíduo, devido a um distúrbio entre a ingestão exagerada de calorias e o menor gasto energético, sendo considerada também como um problema relacionado a distúrbios metabólicos, associado principalmente com mau controle sobre o comportamento alimentar, gerando assim um aumento de massa de gordura no corpo. É de grande importância que se reconheça a obesidade como um problema de saúde pública, pois a mesma pode ser iniciada em qualquer idade e ser caracterizada como uma doença de origem multifatorial¹.

É notório que a obesidade representa uma grande ameaça para a saúde pública e os custos de saúde associados representam um enorme encargo financeiro uma vez que a mesma está associada, associada a riscos para a saúde devido à sua relação com complicações metabólicas, como aumento da pressão arterial, dos níveis de colesterol e triglicérides sanguíneos e resistência à insulina. Entre suas causas, estão

Descrição dos resumos publicados em anais e trabalhos apresentados em congressos no período do curso

Ano 2017

Resumos Completos em Anais de Congresso

ANDRADE, D. U.; SILVA, I. S. X.; SÁ, O. M. S.; OLIVEIRA, A. M. C. Biscoito sem glúten à base de farinha de amaranto com óleo de algodão: alternativa para dietas restritivas em glúten. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO. 1. Anais...Teresina, 2017.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
I Congresso Brasileiro de Nutrição e Saúde – CONNUS
Instituições Parceiras e Colaboradoras e Sociedades Interessadas
26 A 28 DE Abril de 2017

BISCOITO SEM GLÚTEN À BASE DE FARINHA DE AMARANTO COM ÓLEO DE ALGODÃO: ALTERNATIVA PARA DIETAS RESTRITIVAS EM GLÚTEN.

1.D.U. Andrade¹, I.S.X. Silva², O.M.S. Sa³, A.M.C. Oliveira⁴

- 1- Especialista Denilma Uruçu Andrade -Pós-graduação em Nutrição Clínica e Funcional, Faculdade Santo Agostinho. Av. **Valter Alencar**, 665 - São Pedro Teresina - PI - Cep: 64.019-625. **Fone:** (86) 3215.8700 / Fax: (86) 3215-8706 – e-mail: (denilmandrade@hotmail.com).
2- Especialista Iara Suze Xavier Silva - Pós-graduação em Nutrição Clínica e Funcional, Faculdade Santo Agostinho. Av. **Valter Alencar**, 665 - São Pedro Teresina - PI - Cep: 64.019-625. **Fone:** (86) 3215.8700 / Fax: (86) 3215-8706 – e-mail: (yara.suzy@hotmail.com).
3 – Mestre Odara Maria Sousa Sa -Pós-graduação em Nutrição Clínica e Funcional, Faculdade Santo Agostinho. Av. **Valter Alencar**, 665 - São Pedro Teresina - PI - Cep: 64.019-625. **Fone:** (86) 3215.8700 / Fax: (86) 3215-8706 – e-mail: (odarasousa@yahoo.com.br).
4- Mestre Adolfo Marcito Campos de Oliveira - Graduação em Farmácia e Nutrição, Faculdade Santo Agostinho. Av. **Valter Alencar**, 665 - São Pedro Teresina - PI - Cep: 64.019-625. **Fone:** (86) 3215.8700 / Fax: (86) 3215-8706 – e-mail: (amcoliveira2@hotmail.com.br).

RESUMO - O presente estudo teve como objetivo analisar o perfil lipídico do biscoito sem glúten à base de farinha de amaranto com óleo de algodão. Método: foram elaboradas duas preparações, uma de farinha de amaranto com gordura vegetal hidrogenada e outra com óleo de algodão. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas, análise sensorial, determinação do valor nutricional e análise estatística descritiva.

ABSTRACT – The present study aimed to analyze the lipid profile of the gluten-free biscuit based on amaranth flour with cotton oil. Method: two preparations were prepared, one of amaranth flour with hydrogenated vegetable fat and the other with cotton oil. Samples were submitted to physical-chemical analysis, sensory analysis, determination of nutritional value and descriptive statistical analysis.

PALAVRAS-CHAVE: perfil lipídico, gordura vegetal, análise sensorial

KEYWORDS: Lipid profile, vegetable fat, sensory analysis

1. INTRODUÇÃO

Para Davis (2014), a maioria dos alimentos que compõem as refeições e lanches dos norte-americanos contém trigo em sua preparação, como uma grande variedade de pães, cereais matinais integrais, macarrão, biscoitos, bolos, etc. O trigo é a principal fonte de glúten, e ambos, nos últimos cinquenta anos sofreram modificações genéticas a fim de tornar a planta mais resistente e aumentar a produção por área cultivada, o que o tornou prejudicial à saúde humana, responsável por desencadear intolerâncias e alergias em indivíduos predispostos geneticamente, além de elevar o nível de glicose no sangue.

Conforme Fassano *et al.* (2012), entre as doenças humanas relacionadas à exposição ao glúten, as mais conhecidas são: alergia ao trigo e doença celíaca, ambas mediadas pelo sistema imune adaptativo. Além destas, existem os casos de sensibilidade ao glúten, onde nem mecanismos alérgicos



I CONGRESSO BRASILEIRO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
I Congresso Brasileiro de Nutrição e Saúde – CONNUS
Nutrição Funcional e Sustentável – desafios e perspectivas
26 A 28 DE Abril de 2017

nem autoimunes estão envolvidos. Segundo [Tonutti e Bizzaro \(2014\)](#), em indivíduos celiacos, o glúten provoca alteração da integridade do sistema de junções intercelulares do epitélio intestinal, aumentando a permeabilidade da membrana, e permitindo a passagem de macromoléculas para a submucosa, tais como o próprio glúten. Recentemente foi identificada uma nova condição clínica associada ao glúten chamada sensibilidade ao glúten não celiaco (NCGS), que é descrita também na literatura como hipersensibilidade ao glúten (TONUTTI; BIZZARO, 2014).

De acordo com [Moura et al. \(2012\)](#) a prevalência estimada da DC, que deixou de ser considerada rara desde a década de 80, é que afete entre 0,5 e 1% da população mundial, com variações regionais consideráveis. No Brasil, a estimativa é de que existam 300 mil portadores da doença, com maior incidência na região Sudeste e atinge frequentemente mulheres, com predominância em indivíduos de cor branca (ARAÚJO *et al.* 2010).

Segundo [Capriles e Arias \(2011\)](#), o tratamento da DC consiste unicamente em excluir o glúten da dieta, tanto para indivíduos sintomáticos ou assintomáticos, e deve ser mantida por toda a vida, para melhorar a qualidade de vida e evitar prejuízos a curto e longo prazo. Entretanto, esses indivíduos encontram frequentes dificuldades para dar sequência ao tratamento, devido à escassez e ao alto custo dos produtos isentos de glúten, uma vez que, a dieta isenta de glúten (DIG) requer uma mudança marcante de hábitos alimentares, aquisição e preparação de produtos que não fazem parte dos hábitos alimentares da família e falta de produtos industriais sem glúten, conforme [Lemos et al. \(2012\)](#).

De acordo com [Santos et al. \(2014\)](#). O amaranto (*Amaranthus* sp) originário possivelmente das Américas do Sul e Central, pertence a família das *Amaranthaceas*, classificado como pseudocereal, é uma dicotiledônea, Segundo [Vaz et al. \(2010\)](#), o amaranto é considerado uma excelente fonte de nutrientes e proteínas de alto valor biológico encontrado nos grãos, pela presença de aminoácidos essenciais, a lisina (5%) e a metionina. Disponibiliza aproveitamento integral com os grãos inteiros ou moídos podem ser usado em mingaus, pudins, pastas, panquecas, diretamente na alimentação como suplemento alimentar, suas folhas são utilizadas em saladas e como verduras.

Apesar de apresentar benefícios nutricionais e funcionais o amaranto é um alimento desconhecidos pela maioria dos brasileiros (CAPRILES *et al.*, 2006). Produtos alimentícios à base de amaranto são considerados não alergênicos, sendo assim uma importante alternativa alimentar para doentes celiacos (AMAYA-FARFAN *et al.*, 2005).

2 OBJETIVO

O presente estudo teve como objetivo analisar o perfil lipídico do biscoito sem glúten à base de farinha de amaranto com óleo de algodão, bem como de disponibilizar uma alternativa alimentar às dietas restritas em glúten.

3 METODOLOGIA

Pesquisa quantitativa, de natureza aplicada e descritiva.

Elaboração do produto

Foram utilizados ingredientes adquiridos no mercado local, e elaboradas duas preparações, em ambas as misturas foram substituídas 75% da farinha de trigo por farinha de amaranto, na formulação 01 utilizamos Gordura vegetal hidrogenada (GVH) e na formulação 02 utilizamos o óleo de algodão, seguindo as normas de boas práticas de fabricação. Os ingredientes da formulação 01 estão descritos na tabela 1 e os ingredientes da formulação 02 estão descritos na tabela 2, no apêndice 1. A

Avaliação sensorial

Os atributos sensoriais do biscoito de amaranto com óleo de algodão foram descritos pelas pesquisadoras como sendo de aparência brilhante, odor fermentado, sabor levemente adocicado e textura encorpada.

5 DISCUSSÃO

Para os atributos sensoriais, possivelmente o aroma e sabor são identificadas sendo as características mais importantes com influencia sensorial em produtos alimentícios adicionados de ingredientes diferenciados. E que a adição de 22% de farinha de amaranto em bolos de aveia, foi bem aceita (SANTOS *et al.*, 2014). Nesses dois tributos podemos observar que o biscoito de amaranto com óleo de algodão, pode ser bem aceito pela população de indivíduos com restrição ao glúten, devido apresentar características sensoriais bem acentuadas.

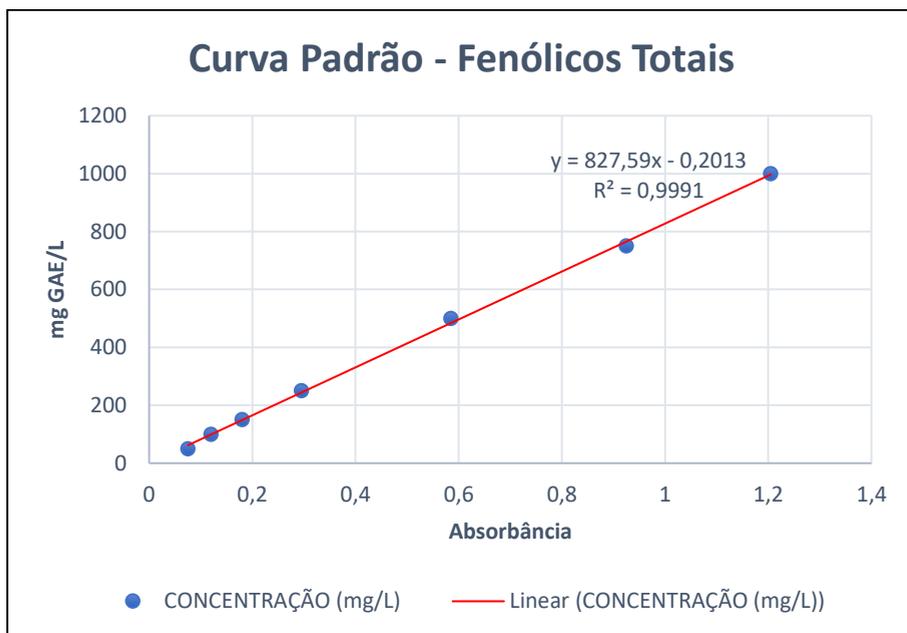
Resultados similares foram encontrados em Capriles *et al.* (2006), onde a adição da farinha de amaranto, em formulações de pães e biscoitos proporciona aumento do valor nutricional e origina produtos de elevada aceitabilidade sensorial.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

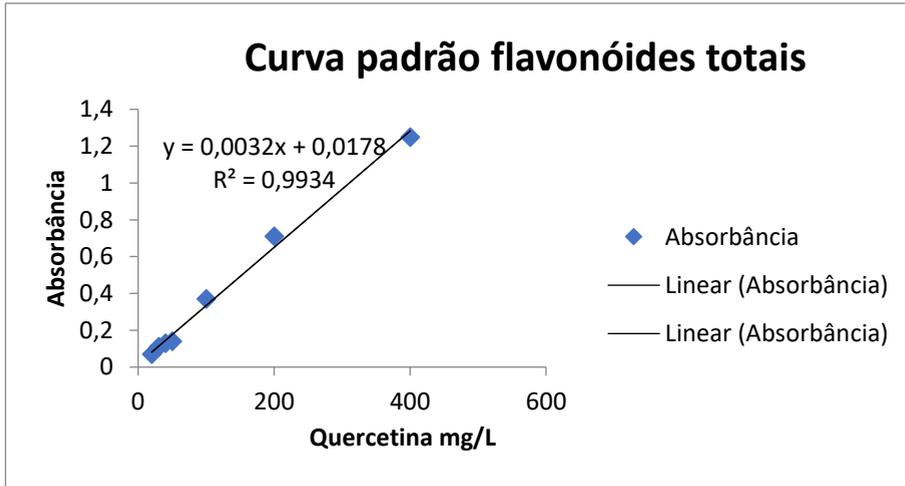
- AMAYA-FARFAN, J.; MARCÍLIO, R.; SPEHAR, C. R. **Deveria o Brasil investir em novos grãos para a sua alimentação? A proposta do amaranto (*Amaranthus sp.*)**. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, v. 12, p. 47-56, 2005.
- ARAÚJO, H.M.C.; ARAÚJO, W.M.C.; BOTELHO, R.B.A.; ZANDONADI, R.P. **Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida**. Rev. Nutr., Campinas, v. 23, n. 3, p. 467-474, 2010.
- CAPRILES, V.D., COELHO, K.D., MATIAS, A.C.G., ARÊAS, J.A.G. **Efeito da adição de amaranto na composição e na aceitabilidade do biscoito tipo cookie e do pão de forma**. Alim. Nutr., Araraquara, v.17, n.3, p. 269-274, 2006.
- CAPRILES, V.D.; ARÊAS, J.A.G. **Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais**. B. Ceppa, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 129-136, 2011.
- DAVIS, W. **Barriga de trigo: livre-se do trigo, livre-se dos quilos a mais e descubra seu caminho de volta para a saúde**. São Paulo: wmf martinsfontes, 2014. p.199.
- FASANO, A., Sapone, A., C. B. Julio, Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P. H.R., Hadjiyassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders S. D., Schumann, M., Ulrich, R., Villalta, D., Volt, U., Catassi, C. **Espectro das desordens relacionadas ao glúten: um consenso sobre nova nomenclatura e classificação**. Disponível em: www.riosemgluten.com. Acessado em: 02 de fevereiro de 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- LEMONS, A.R., CAPRILES, V.D., PINTOS E SILVA, M.E.M., AREAS, J.A.G. **Effect of incorporation of amaranth on the physical properties and nutritional value of cheese bread**. Ciênc. Tecnol. Aliment, v. 32, n. 3, p. 427-431, 2012.
- MOURA, A.C.A., CASTRO-ANTUNES, M.M., LIMA, L.A.M., NOBRE, J.M.M., MOTA, M.E.F.A., SILVA, G.A.P. **Triagem sorológica para doença celíaca em adolescentes e adultos jovens, estudantes universitários**. Rev. Bras. Saúde Mater. Infant., v. 12, n. 2, p. 121-126, 2012.

ANEXOS

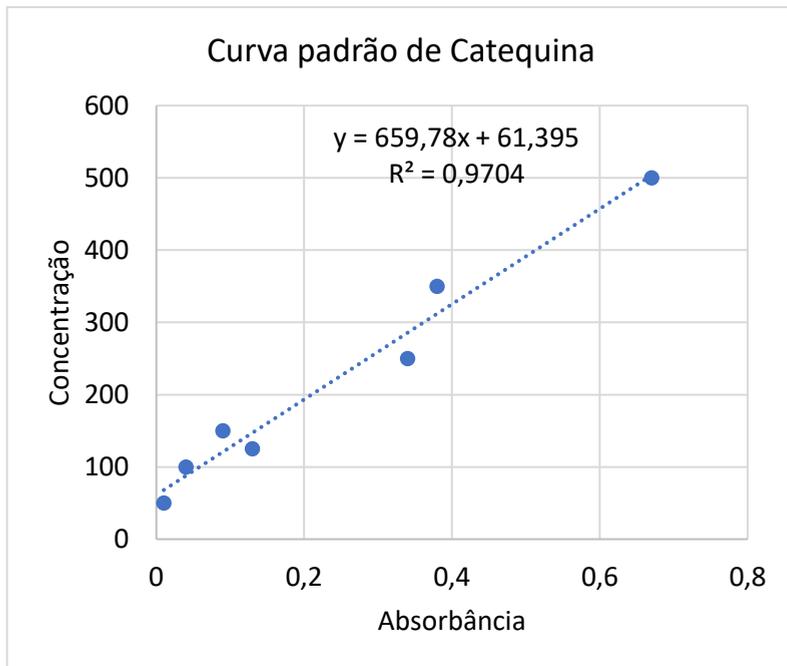
ANEXO I - Curva padrão de ácido gálico para determinação dos compostos fenólicos totais.



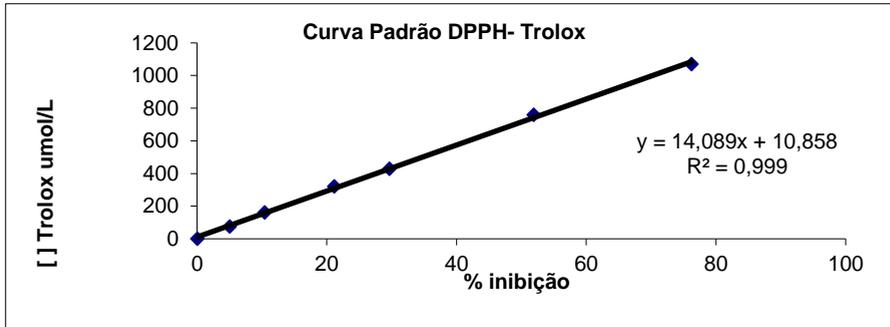
ANEXO II – Curva padrão de quercetina para determinação de flavonoides totais.



ANEXO III - Curva padrão de catequina para determinação de taninos condensados.



ANEXO IV - Curva padrão de Trolox utilizada na análise da capacidade antioxidante pelo método DPPH.



ANEXO V - Teste de Escala Hedônica

Nome: _____

Idade: _____

Data: ___/___/___

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou:

- | | AMOSTRA | VALOR |
|------------------------------|---------|-------|
| 1. Desgostei muitíssimo | | |
| 2. Desgostei muito | | |
| 3. Desgostei regularmente | | |
| 4. Desgostei ligeiramente | | |
| 5. Indiferente | | |
| 6. Gostei ligeiramente | | |
| 7. Gostei regularmente | | |
| 8. Gostei muito | | |
| 9. Gostei muitíssimo | | |

Comentários:

ANEXO VI - Teste Pareado – Preferência

Nome: _____

Idade: _____

Data: ___/___/___

Descreva os números dos 3 pares das amostras que você está recebendo, e dentro de cada par, faça um círculo na amostra que você prefere.

1. _____

2. _____

3. _____

Comentários:

ANEXO VII - Teste de Intenção de Compra

Nome: _____

Idade: _____

Data: ___/___/___

Avalie cada amostra usando as notas abaixo para descrever a sua intenção de compra.

- | | AMOSTRA | VALOR |
|----|--------------------------------|-------|
| 1. | Certamente compraria | |
| 2. | Provavelmente compraria | |
| 3. | Tenho dúvidas se compraria | |
| 4. | Provavelmente não compraria | |
| 5. | Certamente não compraria | |

Comentários:

ANEXO VIII - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Título do estudo: Desenvolvimento e caracterização sensorial, nutricional e funcional de crepes suíço elaborados a base de farinha integral de feijão-caupi – Tese de Doutorado.

Pesquisadores responsáveis: Adolfo Marcito Campos de Oliveira (amoliveira824@hotmail.com), Maurisrael de Moura Rocha (maurisrael.rocha@embrapa.br), Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo (regilda@ufpi.edu.br).

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

Local da coleta de dados: LASA (Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos).

Prezado(a) Senhor(a):

Você está sendo convidado (a) a responder às perguntas deste questionário de forma totalmente voluntária. Antes de concordar em participar desta pesquisa e responder este questionário, é muito importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas antes que você se decida a participar. Você tem o direito de desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhuma penalidade.

Objetivo do estudo: Determinar sensorialmente a aceitação de crepes suíço elaborados a partir de farinha integral de feijão-caupi.

Procedimentos: Sua participação nesta pesquisa consistirá apenas no preenchimento deste questionário, respondendo às perguntas formuladas que abordam análise do produto e preferência do mesmo.

Benefícios: Esta pesquisa trará maior conhecimento sobre o tema abordado, sem benefício direto para você.

Riscos: Os riscos inerentes à esta pesquisa referem-se a uma possível aversão ao sabor da amostra que será analisada sensorialmente, alergia a alguma substância presente no feijão-de-metro ou indigestibilidade da amostra devido aos fatores antinutricionais presentes na mesma. No entanto, não será necessária a deglutição da amostra, podendo ser desprezada a qualquer momento. Ademais, o preenchimento deste questionário não representará qualquer risco de ordem física ou psicológica para você.

Sigilo: As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

- O Comitê de Ética pode ser consultado para esclarecimento de dúvidas sobre aspectos éticos da pesquisa. Endereço: Campus Universitário Ministro Petrônio Portella - Pró-Reitoria de Pesquisa, Bairro Ininga, CEP: 64.049-550, Tel: (86)3237-2332, e-mail: cep.ufpi@ufpi.edu.br.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu

estou de acordo em participar desta pesquisa, assinando este consentimento em duas vias, ficando com a posse de uma delas.

ADOLFO MARCITO CAMPOS DE OLIVEIRA

Teresina, _____ de 2021.

Assinatura

N° identidade / CPF

Pesquisador responsável