

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

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

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

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

**Maria Fabrícia Beserra Gonçalves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4293-5085>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [fabriciabeserra@ufpi.edu.br](mailto:fabriciabeserra@ufpi.edu.br)

**Ana Karine de Oliveira Soares**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2597-1546>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [aksoarees@ufpi.edu.br](mailto:aksoarees@ufpi.edu.br)

**Marcos Antônio da Mota Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8340-8612>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [regmarjoao@hotmail.com](mailto:regmarjoao@hotmail.com)

**Regilda Saraiva dos Reis Moreira-Araújo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3669-2358>  
Universidade Federal do Piauí, Brasil  
E-mail: [regilda@ufpi.edu.br](mailto:regilda@ufpi.edu.br)

### Resumo

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

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

### Abstract

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

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

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la composición química y evaluar la capacidad antioxidante, la concentración de compuestos bioactivos de una barra de cereal adicionada con harina integral de caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) y miel de abeja *Apis mellifera*. Estas materias primas regionales se utilizaron en el desarrollo de la barra de cereal con el fin de aumentar los compuestos bioactivos y mejorar la calidad nutricional de este producto. Se realizaron análisis de

composición centesimal, contenido calórico, fibra dietética, compuestos bioactivos y actividad antioxidante. El uso del cultivar BRS Tumucumaque promovió un aumento en el valor nutricional del producto desarrollado. La barra de alimentos exhibió niveles muy altos de fibra dietética, lo que la convierte en un alimento clasificado como alto en fibra dietética. Mostró niveles expresivos de fenoles totales, flavonoides totales, taninos condensados y actividad antioxidante. El uso de materias primas regionales en la elaboración de barras alimenticias demostró ser una gran opción en el suministro de nutrientes y compuestos bioactivos.

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

## 1. Introdução

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

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

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

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

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

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

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

O mel é um produto alimentício produzido pelas abelhas melíferas a partir do néctar das flores ou secreções adocicadas de partes vivas de plantas e /ou excreções de insetos sugadores de plantas. E diante dessa vertente pela busca de uma alimentação saudável, houve um crescente aumento pela procura por produtos apícolas, em virtude de sua composição e propriedades

funcionais que podem variar em virtude da origem floral do mel. (Brasil, 2000; Lima *et al.*, 2020)

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

## 2. Metodologia

### 2.1 Aquisição das Matérias-primas

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

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

Baseado em Moreira-Araújo *et al.* (2009) para obtenção da (FFC) inicialmente colocou-se os grãos de molho em água destilada 1:2 (p/v) por 1 hora, seguida de secagem em estufa ventilada a 70°C (Quimis, modelo 314D242, Diadema, Brasil), por 6 horas, e moagem em moinho semi-industrial (Fritsch).

### 2.3 Obtenção da barra de cereal

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

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

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

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

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

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

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

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

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

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

#### 2.5 Preparação de extrato

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

#### 2.6 Determinação de compostos bioativos

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

A atividade antioxidante foi realizada por espectrofotometria utilizando espectrofotômetro UV-VIS (BEL 1102, Monza,

Milão, Itália) com três radicais diferentes. O primeiro deles foi captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) na absorvância de 515 nm, e os resultados foram expressos em Trolox  $\mu\text{mol. g}^{-1}$ . O segundo utilizando o radical FRAP (ferric reducing antioxidant potential) foi de acordo com o descrito por Benzie e Strain (1996), modificações de Arnous *et al.*, (2002). Utilizando absorvância no comprimento de onda de 620 nm. Os valores de PR (potencial de redução) foram calculados de acordo com a curva de ácido ascórbico (mg/L) ou com a curva de Trolox ( $\mu\text{Mol}$ ). O terceiro ensaio utilizou o radical estável ABTS<sup>•+</sup> descrito por Re *et al.*, (1999), realizou-se a leitura a 734 nm. Distintas concentrações de Trolox foram utilizadas para a construção de uma curva padrão e os resultados expressos em micromol da capacidade antioxidante equivalente ao Trolox ( $\mu\text{mol TEAC.100 mL}^{-1}$ ).

### 2.7 Análise estatística

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

## 3. Resultados e Discussão

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

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

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

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

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

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

**Tabela 2** - Composição centesimal de Barra de cereal.

Macronutrientes/Kcal	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP
Umidade (g/100g)	10,45 ± 0,15 <sup>a</sup>	8,64 ± 0,29 <sup>b</sup>	9,54 ± 0,22
Cinzas (g/100g)	1,53 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,02
Proteínas (g/100g)	5,44 ± 0,14 <sup>a</sup>	5,64 ± 0,12 <sup>a</sup>	5,54 ± 0,13
Lipídios (g/100g)	6,56 ± 0,18 <sup>a</sup>	5,71 ± 0,33 <sup>b</sup>	6,13 ± 0,25
Carboidratos (g/100g)	75,98 <sup>a</sup>	78,99 <sup>b</sup>	77,48
VET (kcal)	384,83 ± 0,92 <sup>a</sup>	389,92 ± 1,46 <sup>a</sup>	387,37 ± 1,19

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

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Portanto, os dados apresentados na Tabela 2 permite inferir que a barra alimentícia apresentou umidade dentro dos padrões, baixo conteúdo de lipídios, bom conteúdo de proteínas e teor de carboidratos de acordo com a faixa esperada para barra de cereais.

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

A fração solúvel das fibras alimentares ajudam diabéticos a controlar os níveis de glicose no sangue e na redução de risco de doenças cardiovasculares; enquanto a fração insolúvel auxilia na redução do risco de câncer de cólon e de problemas intestinais (Ferreira et al., 2012; Gonzalez-Anton *et al.*, 2015).

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

Insolúvel	Solúvel	Fibra total
Média ±DP	Média ±DP	Média ±DP
11,25 ± 1,88 <sup>a</sup>	8,31 ± 1,76 <sup>b</sup>	19,67 ± 1,15

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

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

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

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

Diante dos valores detalhados na Tabela 3 pode-se afirmar que a barra de cereal adicionada de feijão caupi apresentou uma fração maior de fibra insolúvel.

Na Tabela 4 estão demonstrados os teores de compostos bioativos analisados na barra de cereal. A barra apresentou

maior conteúdo de Taninos condensados, o que era esperado devido ao uso da farinha de feijão caupi, estando relacionado a presença desses compostos no feijão.

Tem-se observado constantemente na literatura o aporte do feijão-caupi no fornecimento de compostos fenólicos, em estudos foi detectado uma variação de 89,43 a 295,23 mg EAG.100 g-1 em grãos de 9 cultivares de feijão-caupi. (Barros *et al.* (2017); Cavalcante *et al.* (2017b)).

A cultivar BRS Tumucumaque, utilizada na produção da farinha para elaboração da barra do presente trabalho foi analisada no estudo de Moreira-Araújo *et al.* (2017), em que se verificou um teor de 177 mg EAG.100 g-1 de fenólicos totais e 45.8 mg/ 100g de quercetina de flavonoides totais nos grãos dessa cultivar. Diante dos resultados obtidos (Tabela 4) pode-se afirmar que os compostos fenólicos e flavonóides totais ainda se apresentam em quantidades expressivas no produto desenvolvido.

**Tabela 4** - Compostos bioativos da barra de cereal.

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

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

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

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

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

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

Já a barra de Cereais adicionada de cogumelo *agaricus brasiliensis* desenvolvida por Córdova *et al.* (2012) apresentou teores próximos ao determinado na barra desenvolvida, 67,45 mg EAG.100 g-1 de fenólicos totais. Importante destacar que a identificação dos compostos fenólicos presentes na barra é de suma importância para o aumento de seu consumo, já que Moreira-Araújo *et al.* (2017) identificaram entre os compostos fenólicos contidos nos grãos de feijão-caupi da cultivar BRS Tumucumaque, o ácido gálico (45,4 mg / 100 g), catequina (5,57 mg / 100 g), epicatequina (8,67 mg / 100 g), ácido ferúlico

(11,1 mg / 100 g) e ácido clorogênico (2,39 mg / 100 g). Os dados apresentados na Tabela 4 permitiu afirmar que a barra apresentou maior conteúdo de taninos condensados, seguido de fenólicos totais e flavonoides totais, respectivamente.

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

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

**Tabela 5** - Análises dos antioxidantes da barra de cereal.

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

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

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

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

#### 4. Conclusão

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

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

#### Agradecimentos

À Embrapa Meio Norte pelo fornecimento do feijão-caupi a cooperativa de apicultores de Massapê do Piauí. Ao CNPq pelo financiamento. estudo via Call for Bids 2016, processo de processo 431314 / 2016-0.

## Referências

- Abreu, B. B., Ferraz, L. R. L., Cavalcante, R. B. M., Campos, C. M. F., Gonçalves, M. F. B., Oliveira, E. L. C., Brandão, A. C. A. S., & Araújo, R. S. R. M. (2020). Desenvolvimento de um “nugget” à base do resíduo da acerola (*Malpighia emarginata* D.C) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). *Braz. Jour.Dev.*, 6(2), 9446-9453.
- Andrade, F. N., Rocha, M. de M., Gomes, R. L. F., Freire Filho, F. R., Silva, K. J. D., Rodrigues, E. V., & Silva, L. R. A. (2011). Potencial nutricional e culinário de linhagens de tegumento e cotilédone verdes para o mercado de feijão-caupi verde. *IV Reunião de Biofortificação*. Teresina-PI.
- Angelo, P. M., & Jorge, N. (2007). Compostos fenólicos em alimentos – uma breve revisão. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 66 (1),32-240.
- Association Of Official Analytical Chemists – AOAC. (2005). *Official Methods of analysis*. (16a ed.) Arlington: AOAC. 1025p.
- Arévalo-Pinedo, A., Arévalo, Z. D. S., Beserra, N. S., Zuniga, A. D. G., Coelho, A. F. S., & Pinedo, R. A. (2013). Desenvolvimento de barra de cereais à base de farinha de amêndoa de babaçu (*Orbygnia speciosa*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 15 (4), 405-411.
- Barros, N. V. A., Rocha, M. M., Glória, M. B. A., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2017). Effect of cooking on the bioactive compounds and antioxidant activity in grains cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*. 28(5), 824-831.
- Brasil (2000). Instrução Normativa 11, de 20 de outubro de 2000. *Regulamento Técnico de identidade e qualidade do mel*. DOU 23/10/00, Seção I, págs. 16-17.
- Bueno, T. M., Schiassi, Maria, C. E. V., Souza, R. H., Carvalho, G. R., & Queiroz, F. (2020). Efeito do forneamento e resfriamento em barras de cereais elaboradas com resíduos de uva e de jabuticaba. *Research, Society and Development*, 9(11).
- Cain, J. P., Silva, J. M. S., Soares, J. M., Santos, M. M. R., Amaral, L. A., Santos, E. F., & Novello, D. (2019). Adição de farinha de resíduos de guavira em barra de cereais: aceitabilidade sensorial e caracterização físico-química. *Conexão Ci.* 14(2), 18-26.
- Cai, R., Hettiarachchy, N. S., & Jalaluddin, M. (2003). High-performance liquid chromatography determination of phenolic constituents in 17 varieties of cowpeas. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51 (6), 1623-1627.
- Cavalcante, R. B. M., Morgano, M. A., Glória, M. B. A., Rocha, M. M., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araujo, R. S. R. (2019). Mineral content, phenolic compounds and bioactive amines of cheese bread enriched with cowpea. *Food Science and Technology*, v (4), 843-849.
- Cavalcante, R. B. M., Araújo, M. A. M., Rocha, M. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2017a). Effect of thermal processing on chemical compositions, bioactive compounds, and antioxidant activities of cowpea cultivars. *Revista Caatinga*, 30(4),1050-1058.
- Cavalcante, R. B. M., Araújo, M. A. M., Rocha, M. M., Silva, K. J. D., & Moreira-Araújo, R. S. R.(2017b) Effect of thermal processing on total polyphenol content in the grain of cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*, 48 (5), 806-810.
- Cavalcante, R. B. M. C., Morgano, M. A., Silva, K. J. D., Rocha, M. M., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2016). Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. *Ciência e Agrotecnologia*. 40(1).
- Capezello, L., Agnol, J. D., Tombini, C., Godoy, J. S., Onofre, S. B., Junior, & Francisco, R. S. M. (2020) Elaboração e avaliação físico-química de uma barra de cereal utilizando resíduo cervejeiro. *Braz. J. Hea. Rev.*, 3(3), 5107-5121.
- Cesar, E. L., Felix, A. C. F., Barreto, H. C., Neto, J. F., Gomes, D. J., & Andrade, M. W. (2019). Avaliação física, química e microbiológica de barra de cereais elaborada a partir de uma multimistura. *Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)*, 3(2),20- 26.
- Czaikoski, A., Czaikoski, K., Mazile, J. R., Bezerra, I., Rigo, M., & Teixeira, A. M. (2016). Avaliação físico-química e sensorial de barras de cereais com adição de farinha de ameixa (*Prunus salicina*). *Ambiência Guarapuava*.12(2), 647 – 654.
- Damasceno, I.A.M., Lima, P. K. D., Castiglioni, G. L., Monteiro, S., Batista, H., & Souza, A. R. M. (2017). Barra de Cereal Enriquecida com Biomassa de *Spirulina platensis*. *Revista Agrarian*. 10(38), 278-287.
- Ferreira, A. E., et al. (2012). Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. *Alimentos e Nutrição*, 23(4), 603-607.
- Ferreira, P. M., Roberto, B. S., & Camisa, J. (2018). Caracterização e Aceitabilidade de Barras de Cereais Enriquecidas com Colágeno Hidrolisado. *Rev. Virtual Quim.*, 10 (1), 155-171.
- Frota, K. M. G., Morgano, M. A., Silva, M. G., Araújo, M. A. M., & Moreira-Araújo, R. S. R. (2010). Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(1), 44-50.
- Gonzalez-Anton, C., et al. (2015). An enriched, cereal-based bread affects appetite ratings and glyceemic, insulinemic, and gastrointestinal hormone responses in healthy adults in a randomized, controlled trial. *Journal of Nutrition*, 145(2),231-238.
- Kim, D., Jeong, S. W., & Lee, C.Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*. 81, 321-326.
- Landim, L. A. S. R., Silva, K. J. D., Hashimoto, J. M., & Rocha, M. M. (2019). Composição centesimal de cookies a base de farinhas variadas. *Anais do V CONAC (Embrapa)*. 1(1), 1-4.
- Lima, J. R., Garruti, D. S., Machado, T. F., & Araújo, I. M. S. (2018). Vegetal burgers of cashew fiber and cowpea: formulation, characterization and stability during frozen storage. *Rev. Ciênc. Agron.*, 49(4), 708-714.
- Maia, L. C., Nano, R. M. W., Santos, W. P. C., Nascimento, P. V. B. S., Miranda, K. E. S., & Oliveira, F. S. (2020). Mineral profile and characterisation of cookies made from legume green grain flour. *Food Science and Technology*. 41(3), 1-7.

- Moreira-Araújo, R. S. R., Martins, L. S., Meneses, N. A., Frota, K. M., Morgano, M. A., & Araújo, M. A. M. (2009). Utilização de biscoito à base de farinha de feijão-caupi em pré-escolares com anemia ferropriva. *Anais do II CONAC: Congresso Nacional de Feijão Caupi*.
- Moreira-Araújo, R. S. R., Sampaio, G. R., Soares, R. A. M., Silva, C. P., Araújo, M. A. M., & Arêas, J. A. G. (2018). Identification and quantification of phenolic compounds and antioxidant activity in cowpeas of BRS Xiquexique cultivar. *Revista Caatinga*, 31(1), 209- 216.
- Moreira-Araújo, R. S. R., Sampaio, G. R., Soares, R. A. M., Silva, C. P., & Arêas, J. A. G. (2017). Identification and qualification of antioxidant compounds in cowpea. *Revista Ciência Agronômica*, 48(5),799-805.
- Moreira-Araújo, R. S. R., Sousa, I. G. M., Cavalcante, R. B. M. C., Morgano, M. A., & Araújo, M. A. M. (2021). Barra de cereal adicionada de farinha integral de feijão-caupi, castanha de caju e banana passa. *Revista Ciência Agronômica*, 52(3), 1-8.
- Price, M. L., Scoyoc, S. V., & Butler, L. G. (1978). A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 1214-1218.
- Roberto, B. S., Silva, L. P., Macagnan, F. T., Bizzani., & Bender, A. B. B. (2015). Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais formuladas com casca e semente de goiaba. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 74(1), 39-48.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Pérex-Jiménez, J., Saura, Calixto, F., Brito, E. S, & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996–1002.
- Silva, A. A., Santana, L. R. R., Bspo, E. S., & Lopes, M. V. (2018). Aproveitamento da polpa de Umbu (*Spondias tuberosa* arr. Cam.) na produção de barras de cereais sem adição de açúcar. *Rev. Bras. Frutic.* 40(2), 540.
- Simplício, A. P. M. (2013). *Desenvolvimento de pão integral enriquecido com farinha de cultivares de feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp)*. 61 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- Singleton, V. I., & Ross, I J. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid agents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16,144 158.
- Souza, E. J. D. (2018). *Propriedades tecnológicas, nutricionais e sensoriais de biscoito tipo cookie sem glúten, desenvolvido com arroz de diferentes teores de amilose e feijão-caupi*. (2018). 92f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Watt, B., & Merrill, A. L. (1963). *Composition of foods: raw, processed, prepared. DC: Consumer and Food Economics Research. Divison (USDA), Washington*. 190p.