

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE BARRA ALIMENTAR PRODUZIDA COM AMÊNDOA DE PEQUI E FARINHA DA CASCA DO MARACUJÁ

Physicochemical Analysis of a Food Bar Produced with Pequi Almond and Passion Fruit Peel Flour

Vinicius Dourado de Brito¹, Volnei Brito de Souza¹, Fabricio Luiz Tulini¹

¹ Centro das Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOP) – Barreiras, BA, Brasil.

Barra lateral:

Brito, V. D. de
vinibrito6894@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0005-9199-7962>

Souza, V. B. de
volnei.souza@ufob.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-5963-314X>

Tulini, F. L.*
fabricio.tulini@ufob.edu.br
<https://orcid.org/0000-0002-0242-2835>

* Autor correspondente: Rua Vasco da Gama 353, apto 901, CEP 47806-111, Barreiras – BA.

Resumo: O processamento de frutas e hortaliças gera resíduos como cascas, sementes e bagaço, frequentemente ricos em fibras, polifenóis, enzimas, vitaminas e lipídios de elevada qualidade nutricional. Esses subprodutos representam uma oportunidade de reaproveitamento por diferentes indústrias, especialmente na formulação de alimentos funcionais, promovendo simultaneamente a sustentabilidade e a saúde dos consumidores. Neste contexto, o presente estudo avaliou a utilização de subprodutos alimentares na elaboração de barras alimentares, visando agregar valor funcional e incentivar o aproveitamento de partes de alimentos comumente descartadas, como a amêndoa de pequi e a casca do maracujá. Foram realizadas análises da composição centesimal do produto, bem como de acidez titulável, açúcares e compostos bioativos (carotenoides, ácido ascórbico e fenólicos totais). Os resultados indicaram que a barra apresenta elevado teor de fibras (22,3%), além de quantidades expressivas de lipídios (8,8%) e proteínas (7,3%). A acidez titulável (0,6 g/100 g) foi superior à observada em produtos similares, sugerindo maior estabilidade microbiológica. Aproximadamente 50% dos carboidratos correspondem a açúcares simples, conferindo ao produto um sabor naturalmente adocicado. Entre os compostos bioativos, destacou-se o teor de fenólicos totais (918 mg/100 g), indicando elevado potencial antioxidante. Em síntese, a barra elaborada a partir da amêndoa de pequi demonstrou-se uma alternativa promissora para o aproveitamento de subprodutos do processamento de alimentos, contribuindo para a redução de desperdícios, a sustentabilidade e a oferta de opções nutricionalmente saudáveis para a população.

Palavras-chave: Alimento Funcional, Aproveitamento Integral dos Alimentos, Compostos Fenólicos.

Abstract: The processing of fruits and vegetables generates residues such as peels, seeds, and bagasse, which are often rich in fibers, polyphenols, enzymes, vitamins, and high-quality lipids. These by-products represent an opportunity for reuse across different industries, particularly in the formulation of functional foods, thereby promoting both sustainability and consumer health. In this context, the present study evaluated the use of food by-products in the development of snack bars, aiming to add functional value and encourage the utilization of commonly discarded parts, such as pequi almond and passion fruit peel. Analyses of the product's proximate composition were carried out, as well as determinations of titratable acidity, sugars, and bioactive compounds (carotenoids, ascorbic acid, and total phenolics). The results showed that the bar presented a high fiber content (22.3%), along with significant amounts of lipids (8.8%) and proteins (7.3%). Titratable acidity (0.6 g/100 g) was higher than that observed in similar products, suggesting greater microbiological stability. Approximately 50% of the carbohydrates were simple sugars, contributing to a naturally sweet taste. Among the bioactive compounds, the high content of total phenolics (918 mg/100 g) stood out, indicating a strong antioxidant potential. In summary, the snack bar developed from pequi almond proved to be a promising alternative for the valorization of food processing by-products, contributing to waste reduction, sustainability, and the availability of healthier nutritional options for the population.

Keywords: Functional Food, Phenolic Compounds, Whole Utilization of Foods.

INTRODUÇÃO

O gênero *Passiflora* apresenta ampla diversidade de espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, sendo a produção e a comercialização predominantemente associadas à espécie *Passiflora edulis*, conhecida popularmente como maracujá-azedo ou maracujá-amarelo (Zeraik et al., 2010). Tanto a casca quanto as sementes do maracujá, embora tradicionalmente consideradas subprodutos da indústria alimentícia, apresentam expressivo valor tecnológico e nutricional (Martínez et al., 2012).

A casca do maracujá, comumente utilizada na alimentação animal, tem ganhado destaque nos últimos anos pelo seu potencial na formulação de alimentos destinados ao consumo humano. Essa parte do fruto contém compostos bioativos de interesse, incluindo substâncias com propriedades antioxidantes e anti-hipertensivas, além de componentes que podem auxiliar na redução dos níveis de glicose e colesterol sanguíneos (Raju et al., 2013). Em termos de composição, a porção mais externa da casca é rica em fibras insolúveis, enquanto a parte interna (albedo), apresenta elevado teor de fibra solúvel, principalmente pectina (Janeiro et al., 2008). Essas fibras estão associadas a diferentes benefícios para a saúde, configurando-se como alternativas promissoras de consumo por meio da elaboração de produtos alimentícios (Souza et al., 2008).

A farinha obtida da casca de maracujá pode ser incorporada à alimentação como fonte de fibras, contribuindo para a regulação do trânsito intestinal, a redução da constipação, o controle glicêmico, bem como para a modulação das dislipidemias a partir da redução da absorção de sais biliares (Souza et al., 2008). Diversos estudos relatam o aproveitamento da casca de maracujá em formulações alimentícias. Na alimentação humana, por exemplo, Oliveira et al. (2002) utilizaram a casca do maracujá-amarelo na produção de geleia, obtendo produto com consistência adequada, sabor agradável e coloração apreciável. De forma semelhante, Ishimoto et al. (2007) aplicaram a casca de maracujá na elaboração de biscoitos, verificando aumento significativo no teor de fibras. Além disso, Vieira et al. (2010) avaliaram a adição da casca de

maracujá-amarelo em bolos e observaram incremento do valor nutritivo desses alimentos.

Um exemplo relevante de subproduto alimentar é a amêndoa de pequi, proveniente do fruto da espécie *Caryocar brasiliense*, pertencente à família Caryocaraceae. Este fruto é considerado um dos símbolos do Cerrado brasileiro, com grande representatividade na culinária regional. Além disso, é amplamente empregado na medicina tradicional, principalmente no tratamento de distúrbios estomacais e doenças respiratórias, apresentando composição rica em compostos bioativos de interesse nutricional e medicinal (Araújo et al., 2025).

O fruto do pequi apresenta um endocarpo espinhoso que envolve uma amêndoa comestível, a qual pode ser incorporada à alimentação. Apesar de seu elevado potencial nutricional, o consumo dessa amêndoa ainda é limitado, embora seja reconhecida como fonte importante de provitamina A, riboflavina, tiamina e óleos de alto valor nutricional (Rabêlo et al., 2008). De acordo com Ribeiro et al. (2025), a amêndoa contém até 50% de lipídios e aproximadamente 25% de proteínas, evidenciando seu expressivo potencial como ingrediente nutricional.

Tradicionalmente, a amêndoa de pequi é descartada ou destinada à extração de óleo, resultando em baixa exploração desse recurso e, consequentemente, em menor valor agregado, além de contribuir para o descarte no meio ambiente. Entretanto, estudos recentes têm demonstrado sua aplicabilidade em diferentes formulações alimentícias, como barras alimentares enriquecidas com polpa e amêndoa de pequi (Costa et al., 2020) e cookies com adição de farinha da amêndoa de pequi (Silva et al., 2018).

Considerando os subprodutos gerados pela indústria alimentícia e suas propriedades nutricionais, identifica-se grande potencial para a elaboração de alimentos de baixo custo e com características funcionais relevantes, capazes de contribuir para a promoção da saúde e da qualidade de vida. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar os parâmetros físico-químicos de uma barra alimentar produzida a partir da casca do maracujá e da amêndoa de pequi.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais e formulação da barra alimentar

A farinha da casca de maracujá e a amêndoa de pequi (pré-assada) foram adquiridas no comércio local da cidade de Barreiras (BA), e a produção das barras foi conduzida seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). A amêndoa de pequi foi triturada em processador doméstico até a obtenção de partículas com aproximadamente 3 mm de diâmetro. Em seguida, a formulação da barra contendo amêndoa de pequi foi preparada conforme descrito na Tabela 1, sendo disposta em assadeira até uma espessura de 1,5 cm, e submetida ao forno a 180 °C por 10 minutos. Posteriormente, o produto foi fracionado em unidades de 3 cm de largura por 6 cm de comprimento.

Tabela 1
Ingredientes utilizados na produção da barra de amêndoa de pequi e farinha da casca do maracujá

Ingrediente	Quantidade
Farinha da casca do maracujá	67 g
Mel	103 g
Amêndoa de pequi (pré-assada)	69 g

Determinação da composição centesimal

Umidade

A umidade foi determinada por meio de secagem em estufa (Solidsteel SSDC110L, Piracicaba, Brasil) a 105 °C até massa constante. Foram utilizados aproximadamente 2 g de amostra, sendo então calculada a massa perdida durante o processo (Zenebon et al., 2008). O resultado foi expresso em % (m/m) de umidade.

Resíduos por incineração (cinzas)

Para essa análise, aproximadamente 5 g de amostra foram incinerados em mufla (Lucadema 6,7L, São José do Rio Preto, Brasil) a 600 °C até massa constante (Zenebon et al.,

2008). Ao final do processo, a massa de cinzas foi quantificada e o resultado foi expresso em % (m/m) de cinzas.

Lipídios

O teor de lipídios foi determinado pelo método de Bligh-dyer (Zenebon et al., 2008). Na primeira etapa, foram adicionados aproximadamente 7 g da amostra em um béquer e, em seguida, foram adicionados 9 mL de clorofórmio, 18 mL de metanol e 6,5 mL de água, para atingir uma proporção de clorofórmio:metanol:água de 1:2:0,8. Cabe ressaltar que os volumes utilizados de água foram calculados considerando que as amostras possuíam cerca de 12% de umidade no dia da análise. Todas as amostras foram então agitadas por um período de 30 minutos com o auxílio de um agitador magnético (Lucadema). Na segunda etapa, foram adicionados 9 mL de solução aquosa de sulfato de sódio 1,5% (m/v) e 9 mL de clorofórmio, para atingir uma proporção de clorofórmio:metanol:água de 2:2:1,8. Depois de uma agitação leve, foi aguardado a separação das fases da mistura, sendo coletada a fase clorofórmio contendo os lipídios. O volume de cada extrato foi anotado e submetidos à secagem em estufa (Solidsteel SSDC110L) a 105 °C para avaliar a massa do resíduo de lipídios extraído de cada amostra. Os resultados foram expressos em % (m/m) de lipídios.

Proteínas

Cerca de 0,2 g de amostra foram digeridos em ácido sulfúrico (adicionado de 2 g de mistura catalítica composta de sulfato de cobre e sulfato de potássio na proporção de 1:10) sob aquecimento a 360 °C por cerca de 4 h em bloco digestor (Solab SL 25/40, Piracicaba, Brasil). Em seguida, o material digerido foi submetido ao processo de destilação de nitrogênio em destilador tipo Kjeldahl (Solab SL 74), utilizando 22 mL de solução aquosa de NaOH a 32% e coletando a amônia em 10 mL de solução de ácido bórico 2% (m/v) adicionado de indicador vermelho de metila. O teor de nitrogênio coletado foi quantificado por titulação utilizando solução padrão de ácido clorídrico a 0,01 M (Zenebon et al., 2008). Para o cálculo do teor de proteínas, foi utilizado o fator

de correção de 6,25, e o resultado foi expresso em % (m/m) de proteínas.

Fibras

Foi determinado o teor de fibras através do método de fibra detergente neutro utilizando a metodologia de Van Soest et al. (1991) com modificações propostas por Souza et al. (1999). Foram utilizados aproximadamente 2 g da amostra, dissolvidos em 6 mL de água e adicionado de 250 µL de enzima amilase termoestável (Termamyl - Novozymes, Araucária, Brasil), seguido de incubação em banho de água a 80 °C (Centauro CBM-022 PID, Brasil) por um período de 20 minutos. Posteriormente, adicionou-se 40 mL solução de fibra detergente neutro e a mistura foi submetida a ebulição sob refluxo utilizando manta de aquecimento (Even, Curitiba, Brasil). O material resultante foi coletado em papel filtro previamente seco e pesado, o qual foi levado a estufa (Solidsteel SSDC110L) a 105 °C para secagem, e sua massa foi avaliada para a quantificação do teor de fibras, expresso em % (m/m).

Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado por diferença, isto é, foi obtido pela subtração dos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras de 100%, sendo expresso em % (m/m) de carboidratos, e o desvio foi determinado por propagação de erro.

Determinação de açúcares redutores (em glicose) e açúcares não-redutores (em sacarose)

Para essa determinação foi utilizado o método de DNS (ácido dinitro salicílico, CRQ Produtos Químicos, Diadema, Brasil) (Maldonado et al., 2013), onde inicialmente foi preparado uma solução de DNS a 0,053 M (0,171 g de DNS em 25 mL de NaOH a 0,35 M) e uma solução de tartarato duplo de sódio e potássio tetrahidratado 0,053 M (0,755 g em 50 mL de

água). A análise foi realizada utilizando 0,25 mL da amostra, que foi misturada com 0,25 mL da solução de DNS e aquecida a 100 °C por 7 min, sendo logo após resfriada em gelo por 5 min. Em seguida, foram adicionados 4 mL de solução de tartarato e realizada a leitura em 540 nm utilizando espectrofotômetro (Kasuki IL593, Tijuca, Brasil). O branco foi preparado nas mesmas condições, utilizando água no lugar da amostra. O resultado foi expresso em g de açúcares redutores por 100 g de amostra, com base em uma curva de calibração obtida previamente (g/L), utilizando glicose (Êxodo Científica, Sumaré, Brasil) como padrão e seguindo o mesmo protocolo de análise.

Para a quantificação de açúcares não-redutores foi realizado previamente a hidrólise das amostras, onde utilizou-se 2 mL da mesma com 2 mL de solução aquosa de ácido clorídrico a 2 M. Em seguida, a mistura foi submetida à ebulição por 10 minutos, resfriada e adicionada de 2 mL de solução aquosa de NaOH 2 M. Os açúcares foram quantificados como descrito anteriormente, considerando como açúcares não-redutores a diferença de concentração obtida entre as duas análises e realizando a correção para a massa molar de sacarose (342 g/mol). Ambos os resultados foram expressos em g/100 g.

Acidez titulável

Para a determinação da acidez titulável foram dissolvidos 1 g de amostra em 10 mL de água e posteriormente adicionadas 3 gotas de indicador fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução aquosa de NaOH padronizado e os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por 100 g.

Determinação de carotenoides e clorofila

Para a determinação de carotenoides e clorofila, aproximadamente 2 g de amostra foram submetidos à extração com 20 mL de solução de acetona/hexano (2:3 v/v). Essa mistura foi agitada em agitador magnético (Lucadema) por cerca de 30 minutos e seguiu-se com a filtração. A absorbância do extrato foi avaliada a 453 nm, 505 nm, 645 nm e 663 nm (Kasuki IL593). A concentração (em mg/100 mL) de

clorofila A, clorofila B e β -caroteno foi calculada utilizando as seguintes equações (Nagata & Yamashita, 1992; Vinha et al., 2014):

- Clorofila A = $(0,999 \times A663) - (0,0989 \times A645)$
- Clorofila B = $(-0,328 \times A663) + (1,770 \times A645)$
- β -caroteno = $(-0,2160 \times A663) - (1,220 \times A645) - (0,3040 \times A505) + (0,4520 \times A453)$.

Ácido Ascórbico

Para a determinação de ácido ascórbico, foi utilizada uma metodologia baseada no trabalho de Arya e Mahajan (1996) com modificações. Foram utilizados aproximadamente 2 g de amostra, dissolvidos em 20 mL de água e posteriormente filtrado. Para a reação, foi utilizado 1 mL de extrato adicionado em 1 mL de solução de cromato de potássio a 20 μ g/L, seguida de acidificação com 1,9 mL de solução aquosa ácido sulfúrico a 1 M. Após 5 min, foi adicionado 1 mL de solução de difenilcarbazida 0,2% (em acetona 50% v/v), e completado o volume da mistura com água até 10 mL utilizando um balão volumétrico. Em seguida, foi realizada a leitura em 540 nm (Kasuaki IL593) e o resultado foi expresso mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra, após comparação com a curva padrão de ácido ascórbico (Êxodo Científica) obtida nas mesmas condições.

Fenólicos totais

Foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu, de acordo com Singleton et al. (1999), com modificações, para a determinação do teor de fenólicos totais nas amostras. Inicialmente foi realizada uma extração prévia em etanol 50% (v/v) dos compostos fenólicos presentes na barra alimentar. Em seguida, 0,25 mL do extrato foram misturados com 0,25 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (Êxodo Científica), e diluídos em 2 mL de água destilada. Após 3 minutos de incubação a temperatura ambiente, foram adicionados 0,25 mL de solução aquosa saturada de carbonato de sódio a 30% (m/v) e a mistura reacional foi incubada a 37 °C por 30 minutos. Logo após, foi realizada a leitura da absorbância a 750 nm em

espectrofotômetro (Kasuaki IL593) e o resultado foi expresso em μ g de equivalente de ácido gálico/g de amostra, com base em uma curva de calibração obtida previamente, utilizando ácido gálico como padrão (Êxodo Científica) e seguindo o mesmo protocolo de análise.

Análise dos resultados

Os experimentos foram realizados em triplicata por meio de replicatas técnicas, com a determinação de média e desvio padrão.

Dispensa de aprovação ética

O presente estudo não envolveu a participação de seres humanos ou de animais em procedimentos experimentais, observacionais ou de coleta de dados que pudessem gerar riscos éticos, físicos, psicológicos ou sociais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da composição centesimal

Os parâmetros de umidade, cinzas, lipídios, proteínas, fibras e carboidratos foram avaliados na barra alimentar e estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2
Composição centesimal de barra de amêndoa de pequi e farinha da casca do maracujá

Parâmetros	Porcentagem (%)
Umidade	15,17 $\pm$ 0,23
Cinzas	1,80 $\pm$ 0,11
Lipídios	8,78 $\pm$ 0,68
Proteínas	7,31 $\pm$ 0,62
Fibras	22,33 $\pm$ 1,36
Carboidratos	44,61 $\pm$ 1,66

De acordo com a Resolução n.º 12 (1978), os alimentos à base de cereais devem apresentar teor máximo de umidade de 15%. Nesse sentido, o produto analisado enquadrou-

se dentro dos valores estabelecidos pela legislação, considerando-se o desvio padrão obtido. Teores reduzidos de umidade são desejáveis, pois contribuem para o aumento da vida de prateleira do alimento, uma vez que dificultam a multiplicação de microrganismos. Além disso, valores elevados de umidade podem comprometer características sensoriais importantes, como a crocância, atributo essencial em barras alimentares. A perda dessa característica pode resultar em amolecimento do produto e consequente rejeição por parte do consumidor (Takeuchi et al., 2005).

A determinação do teor de cinzas tem como finalidade estimar a quantidade total de minerais presentes no alimento (Rodrigues et al., 2011). As cinzas são compostas majoritariamente por K, Na, Ca e Mg, além de pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn, e traços de elementos como As, I e F. Ressalta-se, no entanto, que o valor de minerais obtido pode não corresponder exatamente ao total presente no alimento, devido a possíveis perdas de elementos voláteis ou interações com outros constituintes durante o processo analítico. No presente estudo, a barra alimentar apresentou valor médio de cinzas de $1,8\% \pm 0,11$ para cada 100 g. Esse resultado foi ligeiramente superior ao encontrado por Allai et al. (2022), que relataram 1,70% em barras de cereais com farinha de castanha-da-índia. Por outro lado, o valor foi inferior ao descrito por Marchese e Novello (2017), que obtiveram 5,09% de cinzas em barras de cereais salgadas elaboradas à base de ingredientes funcionais.

Os lipídios desempenham papel fundamental no aumento do valor energético de alimentos desse tipo (Reis & Schmiele, 2019). Segundo Lima et al. (2007), a amêndoa de pequi apresenta teor lipídico de 51,51%, com predominância de ácidos graxos insaturados (52,17%), principalmente os ácidos palmítico e oleico, presentes em proporções semelhantes (43,76% e 43,59%, respectivamente). Dessa forma, a amêndoa de pequi configura-se como uma fonte relevante de ácidos graxos benéficos à saúde. Em contrapartida, a farinha da casca de maracujá apresenta baixo teor lipídico, de modo que sua combinação com a amêndoa de pequi na formulação das barras resulta em um produto com elevado conteúdo de lipídios e, consequentemente, com maior valor energético (Cazarin et al., 2014).

O teor de proteínas encontrado no produto apresentou-se menor quando comparado ao estudo de Soares et al. (2015), que desenvolveram barras de cereais a partir de frutos do cerrado e obtiveram um teor de proteínas de 9,5%. Por outro lado, o teor de fibras obtida no presente trabalho foi de 20,57% em 100 g, sendo superior aos observados por Mourão et al. (2009) em barras elaboradas com caju e ameixa, cujos teores foram de 10,58% e 12,69% em 100 g, respectivamente. De acordo com a Instrução Normativa nº 75 (2020), barra alimentar produzida no presente estudo pode ser considerada “fonte de proteína” (condicionada à realização de um aminograma) e com “alto teor de fibras”. O elevado conteúdo de fibras contribui não apenas para o valor nutricional, mas também para o metabolismo de carboidratos e lipídios, além de favorecer a fisiologia do trato gastrointestinal, promovendo absorção mais lenta dos nutrientes e maior sensação de saciedade (Oliveira & Marchini, 1998).

Os carboidratos são fundamentais para o organismo, pois fornecem energia, compõem estruturas celulares e participam de processos de sinalização metabólica (Francisco Junior, 2008). No presente estudo, a barra de amêndoa de pequi apresentou teor de carboidratos superior ao relatado por Becker e Krüger (2010) em barras elaboradas com ingredientes regionais (37,44%) e por Nunes et al. (2013) em formulações com derivados de caju (28,77% a 29,10%). Esse elevado teor de carboidratos pode estar relacionado ao uso de mel na formulação, aspecto discutido posteriormente.

Determinação de açúcares redutores (em glicose) e açúcares não-redutores (em sacarose)

Os açúcares redutores são representados por aldoses e cetoses com grupos aldeídos e cetônicos livres, capazes de sofrer oxidação na presença de agentes oxidantes em meio alcalino. Nesse grupo incluem-se os monossacarídeos, como glicose e frutose, e os dissacarídeos, como maltose (duas moléculas de glicose) e lactose (formada por galactose e glicose). Já os açúcares não redutores necessitam de hidrólise da ligação glicosídica para sofrer oxidação, como

ocorre com a sacarose, processo que pode ser realizado com ácidos fortes ou enzimas (Demiate et al., 2002).

A tabela 3 apresenta os valores de açúcares totais, redutores e não redutores do produto desenvolvido no presente estudo. Tais valores podem ser comparados àqueles reportados por outros autores (Becker & Krüger, 2010; Samakradhamrongthai et al., 2021), onde as diferenças podem ser atribuídas principalmente ao uso de mel e à farinha da casca de maracujá utilizados na formulação.

Tabela 3
Composição de açúcares na barra de amêndoa de pequi e farinha da casca do maracujá

Parâmetros	Concentração (g/100 g)
Açúcares redutores	7,05 ± 0,15
Açúcares não-redutores	15,27 ± 0,72
Açúcares Totais	22,32 ± 0,74

Acidez Titulável

Os ácidos orgânicos que estão presentes nos alimentos influenciam na cor, sabor, odor, estabilidade e manutenção da qualidade. A acidez dos alimentos indica, por exemplo, se no produto ocorreram reações de oxidação e deterioração por bactérias acidófilas, pois estas aumentam a acidez dos produtos (Cecchi, 2003). Por outro lado, a acidez pode favorecer a conservação do produto pois a redução do pH diminui a ação de microrganismos, aumentando sua vida de prateleira (Gava et al., 2008). No presente estudo, a barra alimentar apresentou teor de acidez de 0,59 g/100 g, superior ao reportado por Rodrigues et al. (2011) para a barra de castanha do Pará (0,13 g/100 g), indicando menor probabilidade de deterioração por microrganismos durante a vida de prateleira.

Determinação de compostos bioativos

Os compostos bioativos (carotenoides, ácido ascórbico e fenólicos totais) foram avaliados na barra alimentar, e os resultados estão apresentados na Tabela 4. Cabe ressaltar que não foi detectada a presença de ácido ascórbico no produto, o que pode ser explicado pelo processamento sob

altas temperaturas, já que este é um composto bastante sensível ao processamento térmico (Damodaran et al., 2010).

Tabela 4
Teores de compostos bioativos barra de amêndoa de pequi e farinha da casca do maracujá

Parâmetro	Concentração (mg/100 g)
Clorofila A	0,976 ± 0,208
Clorofila B	1,629 ± 0,239
β-caroteno	0,567 ± 0,073
Compostos fenólicos	917,58 ± 63,14

As clorofilas apresentam propriedades antimutagênicas e antígeno-tóxicas, enquanto o β-caroteno atua na neutralização de radicais livres devido à sua atividade antioxidante (Sentanin & Rodriguez-Amaya, 2007; Volp et al., 2014). Os compostos fenólicos também exercem ação antioxidante nos alimentos, pois são capazes de sequestrar radicais livres por meio da doação de elétrons (com ou sem átomo de hidrogênio), da quelatação de íons metálicos ou da inibição de enzimas envolvidas em processos oxidativos (Silva & Rogez, 2013). Além disso, os compostos fenólicos podem influenciar o valor nutricional e a qualidade sensorial dos alimentos, conferindo características como cor, amargor, textura e adstringência (Everette et al., 2010). A produção de alimentos com elevado teor de fenólicos pode reduzir a necessidade de aditivos antioxidantes, resultando em produtos mais saudáveis, que podem ser enquadrados na categoria de alimentos funcionais (Martínez-Valverde et al., 2000).

Considerando os resultados apresentados na Tabela 4, destacam-se os teores de β-caroteno e de compostos fenólicos, provenientes principalmente da farinha da amêndoa de pequi e da casca do maracujá. Narita et al. (2022) reportaram, na farinha da amêndoa de pequi, valores de 210,5 mg/100 g para compostos fenólicos e 0,934 mg/100 g para β-caroteno. Já a farinha da casca do maracujá se sobressai pelo elevado teor de compostos fenólicos, como relatado por Cazarin et al. (2014), que encontraram concentrações em torno de 230 mg/100 g. Esses achados corroboram os teores de compostos bioativos observados na barra elaborada com amêndoa de pequi e farinha da casca do maracujá no presente estudo, reforçando o seu potencial funcional para a saúde do consumidor.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a barra alimentar desenvolvida a partir da amêndoa de pequi e da casca do maracujá apresenta elevado valor energético, decorrente do alto teor de lipídios, aliado a quantidades relevantes de carboidratos. Destacam-se ainda a acidez equilibrada, o expressivo conteúdo de compostos fenólicos e os elevados teores de fibras e proteínas, que conferem ao produto propriedades funcionais e nutricionais relevantes. Dessa forma, a formulação proposta não apenas se mostra viável como alternativa para o aproveitamento de subprodutos agroindustriais, mas também contribui para a sustentabilidade, ao agregar valor a matérias-primas frequentemente descartadas. Além disso, trata-se de um alimento de fácil preparo e potencial de inserção tanto no consumo doméstico quanto em estratégias de promoção de saúde e alimentação equilibrada.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa contou com financiamento do CNPq (403613/2023-0) e FAPESB (BioproFar-BA PIE0001/2024; PPF0004/2023; PIE0006/2022; PPF0017/2021).

REFERÊNCIAS

- Allai, F. M., Dar, B. N., Gul, K., Adnan, M., Ashraf, S. A., Hassan, M. I., Pasupuleti, V. R., & Azad, Z. R. A. A. (2022). Development of protein rich pregelatinized whole grain cereal bar enriched with nontraditional ingredient: nutritional, phytochemical, textural, and sensory characterization. *Frontiers in Nutrition*, 8(9), 870819. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.870819>
- Araújo, L. C. A., Leite, N. R., Rocha, P. S., Oliveira, A. S., Leite, D. F., Estigarribia, I. G., Alves, M. H. F., Soutilha, A. S., Santos, H. F., Baldivia, D. S., Farias Júnior, N. C., Agarrayua, D. A., Ávila, D. S., Campos, J. F., Souza, K. P., & Santos, E. L. (2025). *Caryocar brasiliense* Camb. fruit improves health and lifespan in *Caenorhabditis elegans*. *Food Science & Nutrition*, 13(6), e70384. <https://doi.org/10.1002/fsn3.70384>
- Arya, S. P., & Mahajan, M. (1996). Colorimetric determination of ascorbic acid in pharmaceuticals and fruits using a chromium (VI)-Diphenylcarbazine complex. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 69(6), 1561-1563. <https://doi.org/10.1246/bcsj.69.1561>
- Becker, T. S., & Krüger, R. L. (2010). Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, 14(3). <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/3663>
- Cazarin, C. B. B., Silva, J. K., Colomeu, T. C., Zollner, R. L., & Maróstica Júnior, M. R. (2014). Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 44(9). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131437>
- Cecchi, H. M. (2003). *Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos* (2ª ed.). Editora da Unicamp.
- Costa, J. G., Ribeiro, A. C., Pires, C. V., & Felipe Machado, T. (2020). Desenvolvimento e avaliação da qualidade de barras de cereais elaboradas com polpa e amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense*). *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, 1(5). <https://revistascientificas.ifrr.edu.br/index.php/alimentos/article/view/1547>
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2010). *Química de alimentos de Fennema* (4ª ed.). Artmed.
- Demiate, I. M., Wosiacki, G., Czelusniak, C., & Nogueira, A. (2002). Determinação de Açúcares Redutores e Totais em Alimentos. Comparação entre Método Colorimétrico e Titulométrico. *Publicatio UEPG – Exactand Soil Sciences, Agrarian Sciences and Engineering*, 8(1), 65-78. <https://doi.org/10.5212/publicatio.v8i01.772>
- Everette, J. D., Bryant, Q. M., Green, A. M., Abbey, Y. A., Wangila, G. W., & Walker, R. B. (2010). Thorough study of reactivity of various compound classes toward the Folin-Ciocalteu reagent. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(14), 8139-8144. <https://doi.org/10.1021/jf1005935>
- Francisco Junior, W. E. (2008). Carboidratos: estrutura, propriedades e funções. *Química Nova Na Escola*, 29(8), 8-13. <https://qnint.sbq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.17>
- Gava, A. J., Silva, C. A. B. D., & Frias, J. R. G. (2008). *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações* (1ª ed.). Editora Nobel.
- Instrução Normativa n.º 75, de 8 de outubro de 2020. (2020, 8 outubro). *Estabelece os requisitos técnicos para declaração de rotulagem nutricional dos alimentos embalados*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>
- Ishimoto, F. Y., Arada, A. I., Branco, I. G., Conceição, W. A. S., & Coutinho, M. R. (2007). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var. flavicarpa Deg.) para produção de biscoitos. *Revista Ciências Exatas e Naturais*, 9(2), 279-292. <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/85>
- Janeiro, D. I., Queiroz, M. S. R., Ramos, A. T., Sabaa-Srur, A. U. O., Cunha, M. A. L., & Diniz, M. F. F. M. (2008). Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. flavicarpa Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000500016>

- Lima, A., Silva, A. M. O., Trindade, R. A., Torres, R. P., & Mancini-Filho, J. (2007). Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(3), 695-698. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300052>
- Maldonado, I. R., Carvalho, P. G. B., & Ferreira, N. A. (2013). *Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS*. Embrapa Hortaliças. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81580/1/cot-85.pdf>
- Marchese, N. R., & Novello, Z. (2017). Desenvolvimento e caracterização de barra de cereal salgada. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 11(1). <https://doi.org/10.3895/rbta.v11n1.3109>
- Martínez, R., Torres, P., Meneses, M. A., Figueroa, J. G., Pérez-Álvarez, J. A., & Viuda-Martos, M. (2012). Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fiber concentrate. *Food Chemistry*, 135(3), 1520-1526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.057>
- Martínez-Valverde, I., Periago, M. J., & Ros, G. (2000). Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 50(1), 5-18. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100001&lng=es&tlng=es
- Mourão, L. H. E., Pontes, D. F., Rodrigues, M. D. C. P., Brasil, I. M., & Cavalcante, M. T. B. (2009). Avaliação sensorial de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras. *Alimentos e Nutrição*, 20(3), 427-433.
- Nagata, M., & Yamashita, I. (1992). Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39(10), 925-928. <https://doi.org/10.3136/nsk1962.39.925>
- Narita, I. M. P., Filbido, G. S., Ferreira, B. A., Pinheiro, A. P. O., Silva, D. C., Nascimento, E., Villa, R. D., & Oliveira, A. P. (2022). In vitro bioaccessibility of carotenoids and phenolic compounds and antioxidant capacity of pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) flours. *Brazilian Journal of Food Technology*, 25, e2021068. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06821>
- Nunes, J. S., Moreira, I. S., Oliveira, T. W. N., Feitosa, M. K. S. B., & Castro, D. S. (2013). Produção, análise sensorial e físico-química de barras de cereal produzidas com derivados de caju. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(2). <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2019>
- Oliveira, L. F., Nascimento, M. R. F., Borges, S. V., Ribeiro, P. C. N., & Ruback, V. R. (2002). Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 22(3). <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300011>
- Oliveira, J. E., & Marchini, J. S. (1998). *Ciências Nutricionais* (1ª ed.). Sarvier.
- Rabêlo, A. M. da S., Torres, C. L., Geraldine, R. M., & Silveira, M. F. A. (2008). Extração, secagem e torrefação da amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(4), 868-871. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400016>
- Raju, I. N., Reddy, K. K., Kumari, C. K., Reddy, E. B., Rao, S. D., Reddy, C. D., & Watson, R. R. (2013). Efficacy of purple passion fruit peel extract in lowering cardiovascular risk factors in type 2 diabetic subjects. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 18(3), 183-190. <https://doi.org/10.1177/2156587213475627>
- Reis, A. F., & Schmiele, M. (2019). Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2017150. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15017>
- Resolução n.º 12, de 24 de julho de 1978 (1978, 4 julho). *Aprova as seguintes normas técnicas especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro (1978)*. Ministério da Saúde. https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html
- Ribeiro F. P., Naito, R. S., Galvão B. S., Júnior, W. F., Toyonaga, K. K., Branco, I. G., Ferreira, S., & Malacrida, C. R. (2025). Innovative optimized protein extraction from pequi almond cake: A comparison of ultrasound-assisted and alkaline extraction methods. *Food Chem X*, 5(29), 102746. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102746>
- Rodrigues, M. L., Fiorese, F., Júlio, T. S. K., & Lira, R. K. (2011). Controle de qualidade e análise centesimal de uma barra de cereal, comercializada na cidade de Cascavel, PR. *Cultivando o Saber*, 4(1), 36-44. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/314>
- Samakradhamrongthai, R. S., Jannu, T., & Renaldi, G. (2021). Physicochemical properties and sensory evaluation of high energy cereal bar and its consumer acceptability. *Heliyon*, 13(7), e07776. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07776>
- Sentanin, M. A., & Rodríguez Amaya, D. B. (2007). Teores de carotenóides em mamão e pêssego determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(1), 13-19. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000100003>
- Silva, J. J. M., & Rogez, H. (2013). Avaliação da estabilidade oxidativa do óleo bruto de açaí (*Euterpe oleracea*) na presença de compostos fenólicos puros ou de extratos vegetais amazônicos. *Química Nova*, 36(3), 400-406. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000300009>
- Silva, S., Pinto, E., & Soares, D. (2018). Biscoito tipo cookie de farinha de amêndoa de pequi: avaliação física e química. *Enciclopédia Biosfera*, 15(27), 1401-1410. https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018A120
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in Enzymology* (pp. 152-178). [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)

- Soares, L. P., Tomé, P. H. F., Fragiorge, E. J., Rodrigues, A. P., & Costa, D. M. S. (2015). Elaboração de barras de cereais a partir de frutos do cerrado. *Revista Científica Semana Acadêmica*, 69. <https://semanaacademica.org.br/artigo/elaboracao-de-barras-de-cereais-partir-de-frutos-do-cerrado>
- Souza, G. B., Nogueira, A. R. A., Sumi, L. M., & Batista, L. A. R. (1999). *Método alternativo para a determinação de fibra em detergente neutro e detergente ácido*. Embrapa Pecuária Sudeste. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/46109/metodo-alternativo-para-a-determinacao-de-fibra-em-detergente-neutro-e-detergente-acido>
- Souza, M. W. S., Ferreira, T. B. O., & Vieira, I. F. R. (2008). Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 19(1), 33-36.
- Takeuchi, K. P., Sabadini, E., & Cunha, R. L. (2005). Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(1), 78-85. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000100013>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Vieira, C. F., Martins, G., Borges, S., Carneiro, J., & Reges, I. (2010). Utilização de farinha de casca de maracujá amarelo em bolo. *Enciclopédia Biosfera*, 6(11). <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/utilizacao%20de%20farinha.pdf>
- Vinha, A. F., Alves, R. C., Barreira, S. V. P., Castro, A., Costa, A. S. G., & Oliveira, M. B. P. P. (2014). Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. *LWT – Food Science and Technology*, 55(1), 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.LWT.2013.07.016>
- Volp, A. C. P., Renhe, I. R. T., & Stringueta, P. C. (2014). Pigmentos naturais bioativos. *Alimentos e Nutrição*, 20(1), 197-202.
- Zenebon, O., Pascuet, N. S., & Tigela, P. (Eds.). (2008). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. Instituto Adolfo Lutz.
- Zeraik, M. L., Pereira, C. A. M., Zuin, V. G., & Yariwake, J. H. (2010). Maracujá: um alimento funcional? *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20(3), 459-471. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300026>