

Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de *brownies* veganos com alto conteúdo de fibra alimentar

Alana Marcelino Ribeiro Freitas¹ , Camilla Alves Pereira Rodrigues² , Luis Carlos Cunha Junior¹ ,
Manoel Soares Soares Júnior¹ , Rodrigo Barbosa Monteiro Cavalcante¹ .

Resumo: Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de *brownies* veganos com alto conteúdo de fibra alimentar. **Introdução:** A incorporação de matrizes alimentares alternativas em panificados é uma estratégia para produção de alimentos veganos saudáveis. **Objetivo.** Desenvolver *brownies* veganos e obter a composição físico-química e os aspectos microbiológicos e sensoriais. **Material e métodos.** Foram elaboradas quatro formulações, F1 (isenta de feijão), F2 (45% de feijão e 11% cacau), F3 (45% de feijão e 6% de cacau) e F4 (60% de feijão). Para a produção, os ingredientes foram multiprocessados com água e a massa obtida foi assada. A atividade de água foi verificada no Aqualab Series 3TE. A qualidade microbiológica foi analisada em 0, 5, 10, 15 e 20 dias. Na análise sensorial foi utilizado o teste de aceitação por Escala Hedônica. A composição centesimal foi determinada e o valor energético calculado conforme os fatores de conversão de Atwater. **Resultados.** As formulações F3 e F4 foram aceitas sensorialmente. Apesar da atividade de água elevada, os *brownies* apresentaram estabilidade microbiológica e, quando armazenados sob refrigeração, podem ser consumidos em até 20 dias. Os produtos obtiveram teores significativos de umidade, cinzas, proteínas e fibras alimentares, e apresentaram valor calórico médio (219,3 kcal) inferior às formulações onívoras disponíveis na literatura (320 – 468 kcal). **Conclusão.** Os *brownies* apresentaram características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais viáveis, fomentando o mercado de panificados e sobremesas veganas. **Arch Latinoam Nutr 2024; 74(3): 165-175.**

Palavras-chave: alimento funcional, dieta vegetariana, farinha, *Phaseolus vulgaris*.

Abstract: Physicochemical, microbiological and sensorial characterization of vegan brownies with high dietary fiber content. **Introduction:** The incorporation of alternative food matrices in baked goods is a strategy for producing healthier vegan foods. **Objective.** Develop vegan brownies and obtain the physicochemical composition and microbiological and sensorial aspects. **Material and methods.** Four formulations were developed, F1 (bean-free), F2 (45% beans and 11% cocoa), F3 (45% beans and 6% cocoa) and F4 (60% beans). For production, the ingredients were multiprocessed with water and the dough obtained was baked. Water activity was checked on the Aqualab Series 3TE. The microbiological quality was analyzed at 0, 5, 10, 15 and 20 days. In the sensory analysis, the Hedonic Scale acceptance test was used. The proximate composition was determined and the energy value was calculated according to the Atwater conversion factors. **Results.** Formulations F3 and F4 were sensorially accepted. Despite the high-water activity, the brownies showed microbiological stability and, when stored under refrigeration, they can be consumed within 20 days. The products had significant levels of moisture, ashes, proteins and dietary fiber, and had a lower caloric value (219,3 kcal) than omnivorous formulations available in the literature (320 – 468 kcal). **Conclusion.** The developed brownies presented viable physicochemical, microbiological and sensory characteristics, stimulating the vegan bakery and dessert market. **Arch Latinoam Nutr 2024; 74(3): 165-175.**

Keywords: functional food, vegetarian diet, flour, *Phaseolus vulgaris*.

Introdução

Tem-se observado um interesse da população mundial por um estilo de vida mais saudável, caracterizado pela prática de atividades físicas, cuidado com os aspectos psico-comportamentais e o maior consumo de alimentos *in natura*, enriquecidos/fortificados e/ou veganos (1). Esse

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás – Goiânia-Goiás-Brasil. ²Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Goiás – Goiânia-Goiás-Brasil.

Autor para la correspondência: Rodrigo Barbosa Monteiro Cavalcante, e-mail: rbmc89@hotmail.com



padrão é ainda mais presente entre os vegetarianos, pois, uma vez que pode haver a exclusão de produtos de origem animal da alimentação, há a necessidade de maior cautela na escolha dos alimentos, para que esses forneçam todos os nutrientes necessários (2).

Nutrientes como ω -3, ferro, zinco, cálcio e vitaminas D e B12 podem ser menos presentes na dieta vegetariana (3). Com o intuito de favorecer a maior ingestão desses nutrientes por vegetarianos e prevenir carências nutricionais, a indústria alimentícia tem procurado desenvolver produtos veganos com qualidade nutricional superior. São considerados veganos os produtos que não contêm carnes brancas ou vermelhas, leites e produtos derivados, itens oriundos de insetos, e ovos (4).

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é tradicionalmente consumido em todo o mundo e se destaca pelos teores significativos de proteínas, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas, minerais e polifenóis. O seu consumo tem diminuído nos últimos anos e, com isso, a incorporação de feijão no preparo de panificados é vista como promissora (5).

Além da otimização nas características nutritivas e tecnológicas, o desenvolvimento de produtos deve considerar a aceitação sensorial dos alimentos formulados, visto que os atributos sensoriais refletem diretamente na intenção de compra de um produto (6). A qualidade microbiológica e a perecibilidade dos alimentos também devem ser monitoradas no processo de desenvolvimento de produtos (7), pois alimentos com maior vida útil permitem o alcance em lugares de difícil acesso, previne o desperdício alimentar e promove maior viabilidade comercial (8). Portanto, a elaboração artesanal dos panificados, sem o uso de aditivos, é um desafio a ser enfrentado por pesquisadores e pequenos produtores (9). Assim, o objetivo do trabalho foi desenvolver formulações inéditas de brownies veganos e obter a composição físico-química e os aspectos microbiológicos e sensoriais dos produtos.

Materiais e métodos

Desenvolvimento dos brownies

A elaboração dos *brownies* consistiu em duas etapas: preparo do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e produção dos *brownies*. Os grãos (Grupo I, Classe Preto, Tipo 1) foram cozidos em panela de pressão por 30 minutos em uma proporção feijão:água de 1:6 (p/v). Em seguida, drenou-se o caldo e os grãos de feijão foram reservados.

Na elaboração dos *brownies*, todos os ingredientes foram adicionados em um multiprocessador (Philips, Walita RI7633, Varginha, Brasil) com 85 mL de água para F1 (Padrão), 25 mL para F2 e F3, e 17,5 mL para F4 (Tabela 1) e, após processar por 8 minutos, a massa obtida foi despejada em assadeira antiaderente (22 cm x 17,9 cm - 1,9 L) e assada por 17 minutos a 180 °C em forno (Consul, CF150A, Rio Claro, Brasil) pré-aquecido (180 °C/15 min).

Atividade de água (a_w)

Para a análise de atividade de água, dois lotes de cada formulação foram avaliados. Cada lote foi analisado em triplicata, portanto, os resultados foram expressos pelo valor médio de seis repetições \pm DP (desvio-padrão). A aferição foi realizada em equipamento Aqualab Series

Tabela 1. Ingredientes e porcentagens utilizados nas formulações de *brownie* vegano.

Matérias-primas	%			
	F1	F2	F3	F4
Feijão preto cozido	-	45	45	60
Farinha de aveia integral	50	20	20	5
Açúcar	20	15	20	20
Óleo de canola	11	6	6	6
Cacau	16	11	6	6
Fermento químico em pó	1	1	1	1
Essência de baunilha	1	1	1	1
Sal	1	1	1	1
Total	100	100	100	100

3TE (Decagon, Aqualab Series 3TE, São José dos Campos, Brasil).

Caracterização microbiológica

Amostras indicativas dos brownies foram utilizadas para determinar a qualidade microbiológica dos produtos. De acordo com o subitem "19d" da Instrução Normativa nº 161 (01/07/2022) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA/MS), o protocolo microbiológico prevê as análises de *Salmonella*, *Bacillus cereus presuntivo*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras em pães, bolos, bolachas, biscoitos e outros produtos de panificação (10-15).

Para análise da estabilidade microbiológica, foram coletadas amostras das quatro formulações, produzidas no mesmo dia, de forma a analisar sua caracterização nos tempos 0, 5, 10, 15 e 20. Os produtos foram armazenados em embalagens de polietileno transparentes, com dimensão de 30cm x 40cm, em temperatura de refrigeração (aproximadamente 10 °C).

Análise sensorial

A análise foi realizada com 120 assessores não treinados, consumidores do produto, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 60 anos. Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O protocolo do estudo foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFG (CAAE: 04995718.0.0000.5078).

Para garantir a uniformidade das amostras, a quantidade (15 g), o tipo de corte e a temperatura foram padronizados. A análise foi composta pelo Teste Afetivo de Aceitação por Escala Hedônica, composto por escala verbal estruturada de 9 pontos (16-17).

Composição centesimal e Valor energético total (VET)

A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante, o teor de cinzas foi determinado após carbonização e calcinação das amostras em forno mufla a 550 °C e o teor de proteínas foi verificado pelo método de Micro-Kjeldahl, com fator de conversão de 6,25. O teor de lipídios foi obtido por extração a quente com hexano em aparelho Soxhlet e as fibras alimentares totais por método enzimático-gravimétrico. Os carboidratos foram calculados por diferença e o valor energético total conforme os fatores de conversão de Atwater, sendo 9 kcal/g para lipídeos, 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 2 kcal/g para fibra

alimentar (18-20). Dois lotes de cada *brownie* foram avaliados. Cada lote foi analisado em triplicata e os resultados expressos pela média de seis repetições \pm DP.

Análise estatística

As análises foram realizadas no software SYSTAT (versão 12, SYSTAT Corporation). Os dados foram analisados por meio de análises de variância (ANOVA) de fator único. As variáveis independentes foram a atividade de água, análise sensorial e composição centesimal. A significância ($p < 0,05$) das variáveis dependentes foi posteriormente avaliada em comparações pareadas pelo teste de Tukey's. Para todas as ANOVAs foram avaliados os pressupostos de independência e normalidade pelos gráficos de dispersão e histogramas dos residuais, respectivamente.

Resultados

Ao analisar a atividade de água (a_w) dos *brownies*, verificou-se que os resultados variaram entre 0,93 e 0,96 (Tabela 2).

Com a conformidade dos produtos aos parâmetros microbiológicos estabelecidos pela ANVISA (Tabelas 3, 4, 5 e 6), pode-se afirmar que mesmo com a elevada atividade de água verificada (Tabela 2), todas as formulações são seguras para o consumo, do ponto de vista microbiológico, ao longo do período de armazenamento de 20 dias sob refrigeração. Esse resultado é relevante, pois se trata de formulações artesanais em que não há uso de aditivos.

Como resultados do teste afetivo de Escala Hedônica, verificou-se que as formulações F3 e F4 obtiveram notas acima de 6 (gostei ligeiramente) (Tabela 7), confirmando a aceitação das duas formulações que obtiveram médias iguais estatisticamente.

Os resultados da composição centesimal e o VET dos *brownies* estão na tabela 8. O teor de umidade dos *brownies* variou de 44,7 a 47,9%. A matéria mineral (cinzas), foi significativamente maior nas formulações F2 e F4 (2,6 e 2,4%,

Tabela 2. Valores de atividade de água (aw) das formulações veganas de *brownie*.

	F1 (Padrão)*	F2**	F3***	F4****
aw	0,96 + 0,0 ^a	0,94 + 0,0 ^b	0,93 + 0,0 ^b	0,93 + 0,0 ^b

Letras sobrescritas diferentes entre as formulações veganas de *brownie* indica que houve diferença estatística significativa ($p < 0,001$).

* Formulação: 50% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 11% de óleo de canola, 16% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 15% de açúcar, 6% de óleo de canola, 11% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

*** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

**** Formulação: 60% de feijão preto cozido, 5% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

Tabela 3. Análise microbiológica da formulação F1 de *brownie* vegano em diferentes tempos.

	T0	T5	T10	T15	T20
<i>B cereus</i> /g*	< 70 UFC/g	< 40 UFC/g	< 50 UFC/g	Ausência em 25g	< 50 UFC/g
Bolores e leveduras/g**	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 20 UFC/g	< 10 UFC/g	< 60 UFC/g
<i>Escherichia coli</i> /g***	Ausência em 25g				
<i>Salmonella</i> sp./25g****	Ausência em 25g				

*Valor máximo permitido: 10^2 UFC/g (10). **Valor máximo permitido: 5×10^2 UFC/g (10). ***Valor máximo permitido: 10 UFC/g (10). ****Valor máximo permitido: ausência em 25g (10)

Tabela 4. Análise microbiológica da formulação F2 de *brownie* vegano em diferentes tempos.

	T0	T5	T10	T15	T20
<i>B cereus</i> /g*	< 30 UFC/g	< 40 UFC/g	< 10 UFC/g	< 50 UFC/g	< 20 UFC/g
Bolores e leveduras/g**	Ausência em 25g				
<i>Escherichia coli</i> /g***	Ausência em 25g				
<i>Salmonella</i> sp./25g****	Ausência em 25g				

*Valor máximo permitido: 10^2 UFC/g (10). **Valor máximo permitido: 5×10^2 UFC/g (10). ***Valor máximo permitido: 10 UFC/g (10). ****Valor máximo permitido: ausência em 25g (10)

Tabela 5. Análise microbiológica da formulação F3 de *brownie* vegano em diferentes tempos.

	T0	T5	T10	T15	T20
<i>B cereus</i> /g*	< 20 UFC/g	< 80 UFC/g	< 30 UFC/g	< 20 UFC/g	< 40 UFC/g
Bolores e leveduras/g**	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	Ausência em 25g	< 30 UFC/g	Ausência em 25g
<i>Escherichia coli</i> /g***	Ausência em 25g	Ausência em 25g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
<i>Salmonella</i> sp./25g****	Ausência em 25g				

*Valor máximo permitido: 10² UFC/g (10). **Valor máximo permitido: 5x10² UFC/g (10). ***Valor máximo permitido: 10 UFC/g (10). ****Valor máximo permitido: ausência em 25g (10)

Tabela 6. Análise microbiológica da formulação F4 de *brownie* vegano em diferentes tempos.

	T0	T5	T10	T15	T20
<i>B cereus</i> /g*	Ausência em 25g	Ausência em 25g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
Bolores e leveduras/g**	< 50 UFC/g	Ausência em 25g	< 20 UFC/g	< 10 UFC/g	< 20 UFC/g
<i>Escherichia coli</i> /g***	Ausência em 25g				
<i>Salmonella</i> sp./25g****	Ausência em 25g				

*Valor máximo permitido: 10² UFC/g (10). **Valor máximo permitido: 5x10² UFC/g (10). ***Valor máximo permitido: 10 UFC/g (10). ****Valor máximo permitido: ausência em 25g (10)

Tabela 7. Resultados do teste afetivo de aceitação por Escala Hedônica dos *brownies*.

	F1 (P)*	F2**	F3***	F4****
Média ± DP*	5,4 ± 2,3 ^b	5,8 ± 1,9 ^b	7,0 ± 1,9 ^a	6,8 ± 2,1 ^a

*DP = desvio-padrão.

Letras sobrescritas diferentes entre as formulações veganas de *brownie* indica que houve diferença estatística significativa (p<0,001).

* Formulação: 50% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 11% de óleo de canola, 16% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 15% de açúcar, 6% de óleo de canola, 11% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

*** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

**** Formulação: 60% de feijão preto cozido, 5% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

Tabela 8. Composição centesimal e valor energético total (VET) de formulações veganas de *brownie*.

(g/100g) (base úmida)	F1 (Padrão)* (média ± DP)	F2** (média ± DP)	F3*** (média ± DP)	F4**** (média ± DP)
Umidade	46,2 + 0,2 ^b	44,7 + 2,8 ^d	47,9 + 0,9 ^a	45,5 + 0,5 ^c
Cinzas	2,1 + 0,1 ^b	2,6 + 0,1 ^a	2,1 + 0,1 ^b	2,4 + 0,0 ^a
Lipídeos	13,3 + 3,6 ^a	12,5 + 1,9 ^a	8,8 + 0,4 ^b	12,0 + 0,5 ^a
Proteínas	7,4 + 0,2 ^b	8,3 + 0,3 ^a	7,2 + 0,5 ^b	7,3 + 0,2 ^b
Carboidratos disponíveis	9,38	6,49	14,55	8,54
Fibra alimentar total	21,62 + 0,9	25,41 + 0,03	19,35 + 0,06	24,26 + 0,81
VET (Kcal)	230,06	222,48	204,9	219,88

DP = desvio-padrão.

Letras sobrescritas diferentes entre as formulações de brownie indica que houve diferença estatística significativa ($p < 0,001$).

* Formulação: 50% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 11% de óleo de canola, 16% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 15% de açúcar, 6% de óleo de canola, 11% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

*** Formulação: 45% de feijão preto cozido, 20% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

**** Formulação: 60% de feijão preto cozido, 5% de farinha de aveia integral, 20% de açúcar, 6% de óleo de canola, 6% de cacau, 1% de fermento químico em pó, 1% de essência de baunilha e 1% de sal.

respectivamente) (Tabela 8). O conteúdo de lipídeos foi significativamente menor na formulação F3 (8,8%) em relação as demais ($p < 0,001$) (Tabela 8). Esse resultado pode ser em função da menor quantidade de óleo, cacau e feijão dessa formulação quando comparada com as demais. Sobre o teor de proteínas, o brownie F2 obteve a maior concentração desse nutriente (8,3%) ($p < 0,001$). Quanto ao teor de carboidratos disponíveis nos *brownies*, foram identificados valores de 6,49% a 14,55% (Tabela 8). Os teores de fibra alimentar total obtidos nos *brownies* veganos variaram de 19,35% a 25,41% (b.u). O VET dos *brownies* veganos variou entre 204,9 e 230,06 kcal/100g.

Discussão

Atividade de água (a_w)

Um teor significativo de a_w beneficia diretamente os atributos sensoriais de produtos, como por exemplo, a textura, pois com a gelatinização do amido durante a cocção, o produto se torna menos firme e mais palatável, sendo essas as características esperadas em *brownies*.

Alhamad *et al.* (21) desenvolveram bolos com azeitonas fermentadas por 0, 20, 40 e 60 dias. Ao analisar a a_w , os autores também observaram valores acima de 0,9 para todas as formulações. Assim como os bolos veganos do estudo citado, os *brownies* possuem uma atividade de água situada na faixa crítica de estabilidade microbiológica. Dessa forma, torna-se indispensável

a estrita adesão às boas práticas de fabricação ao longo de todas as etapas do processo de produção, armazenamento e distribuição desses produtos, além do uso de embalagens eficientes na conservação desses alimentos (22).

O brownie F1 apresentou o maior valor de a_w ($p < 0,001$), sendo também a formulação com maior adição de água. A elevada atividade de água verificada nas formulações F2, F3 e F4 pode ser justificada pela presença do feijão cozido como ingrediente principal, pois o feijão, ao ser submetido ao processo de cocção, exibe fator térmico próximo a 2 (23).

Caracterização microbiológica

A confirmação da estabilidade microbiológica indica que os *brownies* foram produzidos mediante cumprimento das boas práticas de fabricação de alimentos (BPF's) e são seguros para oferta. Além do seguimento das BPF's, o armazenamento dos *brownies* em temperatura controlada foi uma alternativa utilizada visando a maior conservação dos produtos, uma vez que a temperatura ambiente é considerada ótima para a multiplicação da maioria das bactérias e fungos, e para as reações químicas e enzimáticas (24).

Sunarmani & Luna (25) verificaram no intervalo de quatro em quatro dias, por um total de 16 dias, a contagem total de microrganismos em *brownies* elaborados com farinha de arroz em substituição à farinha de trigo, e compararam o crescimento microbiológico em condições de armazenamento sob temperatura ambiente e controlada. Como resultados, observou-se que em todas as amostras a contagem microbiológica esteve dentro dos limites estipulados pela ANVISA, no entanto, os autores afirmaram que os *brownies* armazenados em temperatura ambiente tiveram maior aumento no teor de umidade e atividade de água em relação aos *brownies* armazenados em temperatura controlada. Os autores justificam que a temperatura refrigerada preserva a fase cristalina do amido nos *brownies* e torna difícil a absorção de água.

Para o desenvolvimento de *brownies* com farinhas da casca e amêndoa de manga, pesquisadores realizaram análise de vida útil das farinhas utilizadas, nos dias 0, 30 e 90, considerando os mesmos microrganismos do presente estudo. Em todos os dias de análise, as farinhas estavam microbiologicamente seguras (26). Sá et al. (27) também desenvolveram bolos enriquecidos

com farinha de linhaça dourada e psyllium. Os bolos foram submetidos a análises de coliformes termotolerantes, *E. aureus*, *B. cereus* e *Salmonella* sp., e os resultados também estiveram dentro dos limites previstos pela ANVISA. Ambos os autores ratificam que a ausência de microrganismos nas amostras se deu em razão do seguimento diário de ações voltadas às boas práticas de fabricação.

Análise sensorial

Em estudo de Frota et al. (28), realizou-se a elaboração de biscoitos com farinha de feijão-caupi, onde foram desenvolvidos produtos com a substituição de 10%, 20% e 30% de farinha de trigo por farinha de feijão. Ao realizarem os testes sensoriais, os autores verificaram que todas as formulações foram aceitas, porém, as notas atribuídas diminuíram com o aumento de feijão nas receitas. Os biscoitos com 20% e 30% de farinha de feijão-caupi obtiveram notas de 6,1 e 6,0, respectivamente, menores do que as observadas nas F3 e F4. Cavalcante et al. (29) desenvolveram duas formulações de pão de queijo com feijão-caupi, uma com 5,6% e a outra com 8% de farinha de feijão. Após análise sensorial, verificou-se que os produtos foram aceitos, com notas de 7,3 e 6,6, respectivamente. Nesse estudo, os autores também verificaram maior preferência pelo pão de queijo com menor concentração de feijão.

Ao contrário do observado pelos autores citados anteriormente, neste trabalho foi possível incluir mais de 40% de feijão preto na formulação F3 do brownie, e até 60% como no caso da F4, ambas aceitas sensorialmente. Esse resultado pode ser em decorrência do uso de feijão cozido na elaboração dos *brownies*, visto que, nos estudos acima, o feijão-caupi foi utilizado cru na elaboração da farinha. Em adição, as outras matérias-primas, como o cacau, também podem ter influenciado na maior incorporação de feijão nas formulações, pois, provavelmente, contribuíram para atenuar o sabor residual do feijão preto (30).

Composição centesimal e VET

Em estudo de Mosca *et al.* (31), desenvolveu-se bolo de chocolate com e sem feijão (carioquinha, tipo I). Assim como nos *brownies* desenvolvidos no presente estudo, os autores observaram elevado teor de umidade na formulação de bolo de chocolate com feijão (35,45%). Pode-se inferir que o cozimento prévio dos grãos de feijão utilizados nos produtos pode ter contribuído para o incremento nos teores de umidade dos alimentos (32,33). Apesar da F1 não ter feijão em sua formulação, foi o brownie com a maior quantidade de água (85 mL) e aveia (50%). Este alimento, devido ao seu teor significativo de fibras solúveis, é capaz de absorver água, o que pode explicar a umidade dessa formulação (33).

Em estudo de Frota *et al.* (28), biscoitos foram elaborados com substituição de 10%, 20% e 30% de farinha de trigo por farinha de feijão-caupi, resultando em aumento significativo no teor de cinzas com o aumento de feijão, variando de 2,48% no biscoito padrão a 4,7% no biscoito com 30% de feijão-caupi (b.u). Os teores de cinzas verificados nos biscoitos foram maiores em relação aos obtidos nos *brownies* do presente estudo (34).

Barros *et al.* (35) desenvolveram muffins adicionados com farinha de feijão branco, vermelho, carioca e preto e, como resultados, verificaram teor de lipídeos de 13,09% a 13,59% (b.u), sem diferença estatística significativa entre os muffins. Esse resultado é próximo ao obtido nos *brownies* F1, F2 e F4. Considerando esse teor de lipídeos, pode-se verificar a influência dos ingredientes selecionados na composição química dos produtos, como cacau, aveia integral e o óleo de canola. O feijão, apesar do baixo teor de lipídeos, apresenta, em sua maioria, lipídios insaturados na composição e quantidades consideráveis de ácido linoleico e fitosteróis (34).

Em estudos com brownie, verificaram-se teores de lipídeos significativamente maiores, como no trabalho de Richardson *et al.* (32), com teores de lipídeos entre 26,3% e 27,6%

(b.u). Selvakumaran *et al.* (36) em *brownies* com purê de batata-doce laranja obtiveram teores de lipídeos que variaram de 21,95% a 29,96% (b.s). Vale ressaltar que nos estudos citados a manteiga foi empregada nas formulações dos *brownies*, contrário ao presente estudo que utilizou óleo de canola, excelente fonte de ácidos graxos ω -3 (37).

Brownies foram desenvolvidos com a substituição de farinha de trigo por farinha da semente de cajá vermelha em diferentes proporções, variando de 25%, 50%, 75% e 100% (38). Como resultado, observou-se teores de proteínas de 7,1%, 6,28%, 6,57% e 6,24% (b.u), respectivamente. Portanto, menores do que os obtidos nas formulações do presente estudo, mesmo os *brownies* com semente de cajá vermelha sendo onívoros, com 26,7% de ovo.

Frota *et al.* (28) verificaram um aumento significativo no teor de proteínas ao adicionar 30% de farinha de feijão-caupi em biscoitos. O biscoito padrão obteve 9,26% de proteínas e o biscoito com 30% de feijão, 12,38% (b.u). Este resultado foi superior ao determinado no estudo, porém, ressalta-se o uso de ovo nos biscoitos e que a cultivar de feijão utilizada foi a Tracuateua – 235 que contém 25,84% de proteínas (28) e o feijão preto do presente estudo 18,3%.

Mosca *et al.* (31) verificaram teor de carboidratos disponíveis de 63,93% (b.s) em bolo de chocolate adicionado de feijão carioquinha cozido, sendo esse valor bastante elevado em relação aos obtidos nos *brownies*. Em estudo de Souza & Roselino (39), desenvolveu-se uma formulação tradicional de brownie e foi verificado um teor de carboidratos totais de 55,95% (b.u), valor este também substancialmente superior aos identificados no presente trabalho. Dessa forma, o presente estudo reforça que a inclusão de diferentes matérias-primas em detrimento do uso predominante da farinha de trigo refinada na elaboração de produtos de panificação é capaz de atenuar a quantidade de carboidratos nos alimentos (40).

Considerando a RDC n° 429 (08/10/2020), os *brownies* veganos apresentam alto conteúdo de fibra alimentar (41). Os teores de fibra foram elevados em relação aos bolos de chocolate com (6,71%) (b.u) e sem (5,67%) (b.u) feijão (31). Em estudo de *brownies* com purê de batata doce laranja, os autores verificaram o maior teor de fibra alimentar (6,41%) (b.s) na formulação com

substituição de 75% de farinha de trigo por purê (36). Assim, observa-se que os *brownies* veganos obtiveram cerca de 4 vezes mais fibra alimentar quando comparados aos produtos de Mosca *et al.* (31) e 7 vezes mais do que o brownie de Selvakumaran *et al.* (36).

O valor energético total dos *brownies* foi inferior aos obtidos por Barros *et al.* (35) com muffins elaborados com farinha de feijão preto (320,09 kcal/100g) (b.u); Sumartini; Harahap; Mujiyanti (42) com brownie de farinha de feijão vermelho (353,80 kcal/100g) (b.u); Souza & Roselino (39) com brownie tradicional (362,69 kcal/100g) e funcional (379,80 kcal/100g) (b.u) e pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) (43) com valor calórico de brownie caseiro de 468 kcal/100g (todos onívoros).

Conclusão

Os *brownies* desenvolvidos se referem a uma invenção que atende aos requisitos básicos de patenteabilidade (atividade inventiva, novidade e aplicação industrial). Das formulações desenvolvidas, a F3 e a F4 foram aceitas sensorialmente.

Apesar da elevada atividade de água, típica dos produtos, os *brownies* apresentaram qualidade microbiológica compatível com a legislação vigente e, quando armazenados sob refrigeração, podem ser consumidos no prazo de até 20 dias após a fabricação. Os produtos ainda obtiveram teores significativos de umidade, proteínas e fibra alimentar total, e a F4 se destacou em relação aos teores de cinzas e lipídeos. Ao comparar com formulações onívoras de brownie, verificou-se que as formulações veganas do presente estudo apresentaram valor calórico inferior.

Diante do exposto, conclui-se que os *brownies* desenvolvidos apresentaram características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais viáveis. Por se tratar de formulações inéditas, a pesquisa fomenta o mercado de panificados e sobremesas veganas, além de contribuir com o aporte de nutrientes para o público vegano.

Agradecimentos

Para a equipe do Laboratório de Dietética (LD), Laboratório de Nutrição e Análise de Alimentos (LANAL), Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário

de Alimentos (LCHSA), Laboratório de Análises Físicas e Sensoriais (LAFISE) e Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Subprodutos Agroindustriais (LABDARSA) da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Conflito de interesse

Os autores declaram que não há conflito de interesse em relação a este trabalho.

Referências

1. Espinosa-Páez E, Hernández-Luna CE, Longoria-García S *et al.* Pleurotus ostreatus: a potential concurrent biotransformation agent/ingredient on development of functional foods (cookies). *Food Sci Tech.* 2021; 148:111727 <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111727>
2. Bryant CJ. We can't keep meeting like this: attitudes towards vegetarian and vegan diets in the United Kingdom. *Sustainability.* 2019; 11:6844. <http://dx.doi.org/10.3390/su11236844>
3. Ploll U, Petritz H, Stern T. A social innovation perspective on dietary transitions: diffusion of vegetarianism and veganism in Austria. *Environ Innov Soc Transit* 2020; 36:164-176. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2020.07.001>
4. Movahhed MK, Mohhebbi M, Koochehi A, Milani E, Ansarifard E. Application of TOPSIS to evaluate the effects of different conditions of sonication on eggless cake properties, structure, and mass transfer. *J Food Sci.* 2020;85(5):1479-1488. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15117>
5. Yalcin E, Ozdal T, Gok I. Investigation of textural, functional, and sensory properties of muffins prepared by adding grape seeds to various flours. *J Food Process Preserv.* 2021;00: e15316. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.15316>
6. Durán-Aranguren D, Moñoz-Daza LF, Castillo-Hurtado LJ, *et al.* Design of a baked good using food ingredients recovered from agro-industrial by-products of fruits. *Food Sci Tech.* 2023; 185: 115174. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115174>
7. Haji M, Kerbache L, Muhammad M, Al-Ansari T. Roles of technology in improving perishable food supply chains. *Logistics.* 2020;4 (4):33. <http://dx.doi.org/10.3390/logistics4040033>
8. Sridhar A, Ponnuchamy M, Kumar PS, Kapoor A. Food preservation techniques and nanotechnology for increased shelf life of fruits, vegetables, beverages and spices: a review. *Environ Chem Lett.* 2021; 19 (2):1715-1735. <https://doi.org/10.1007/s10311-020-01126-2>

9. Capozzi V, Fragasso M, Russo P. Microbiological safety and the management of microbial resources in artisanal foods and beverages: the need for a transdisciplinary assessment to conciliate actual trends and risks avoidance. *Microorganisms*. 2020;8(2): 306. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020306>
10. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº. 161, de 01 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. 6 de jul.
11. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº. 724, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União. 6 de jul.
12. Bennett RW, Tallent SM, Hait JM. *Bacillus cereus* and *Bacillus cereus* toxins. In: Salfinger Y., Tortorello ML. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, Washington, DC. 2015. Chapter 31, pp.375-390.
13. Hammack MST. *Salmonella* species. In: FDA. Bad bud book: foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins. 2. ed.; 2014. pp. 9-13.
14. The International Organization for Standardization. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive *Escherichia coli* – Part 2: colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide. 2001.
15. Ryu D, Wolf-Hall C. Yeasts and molds. In: Salfinger Y, Tortorello ML. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 5ª edição. Washington: APHA; 2015.
16. Gularte MA, Avila BP, Pereira AM, Dierings EJ. Rice and beans: practical guide for sensory analysis in grains. Editora Pelotas; 2019.
17. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 4ª edição. Curitiba: Champagnat; 2013.
18. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemists. Washington, USA; 2016.
19. IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4º ed. SP: IAL; 2008.
20. Watt B, Merrill AL. Composition of foods: raw, processed, prepared. WA DC: Consumer and Food Economics Research. Divison/Agricultural Service, 1963.
21. Alhamad MN, Rababah TM, Al-u'datt M, et al. The physicochemical properties, total phenolic, antioxidant activities, and phenolic profile of fermented olive cake. *Arab J Chem*. 2017;10 (1):136-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjch.2012.07.002>
22. Oliveira APB, Brinques GB, Gurak PD. Desenvolvimento e caracterização de farinha e bolo vegano elaborados com subproduto de brotos. *Braz Jour Food Res*. 2019; 10 (3):109-120. <http://doi.org/10.3895/rebrapa.v10n3.12208>
23. Nosworthy MG, Medina G, Franczyk AJ, et al. Effect of processing on the in vitro and in vivo protein quality of beans (*Phaseolus vulgaris* and *Vicia Faba*). *Nutrients*. 2018;10 (6):671. <https://doi.org/10.3390/nu10060671>
24. Pulungan MH, Sukmana AD, Dewi IA. Shelf-life prediction of apple brownies using accelerated method. *Earth and Envir Scie*. 2018;131: 012019. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012019>
25. Sunarmani, Luna P. Impact of ingredients on quality and shelf life of gluten-free baked brownies. *IOP Conf. Ser.: Earth and Envir Scie*. 2022; 1024:012040. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012040>
26. Ramos AS, Silva MR, Jacobino AR, et al. Caracterização físico-química, microbiológica e da atividade antioxidante de farinhas de casca e amêndoa de manga (*Mangifera indica*) e sua aplicação em brownie. *Res Soc Dev*. 2021;10 (2): e22310212436. <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12436>
27. Sá IA, Sousa NL, Alves MS, Coimbra LMP. Elaboração, análise sensorial e microbiológica de bolo enriquecido com farinha de linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) e psyllium (*Plantago ovata*). *Cad Ciên Agr*. 2021; 13:1-9. <https://doi.org/10.35699/2447-6218.2021.25920>
28. Frota KMG, Morgano MA, Silva MG, Araújo MAM, Moreira-Araújo RSR. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. *Food Sci Tech*. 2010; 30:44-50. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009005000003>
29. Cavalcante RBM, Morgano MA, Silva KJD, Rocha MM, Araújo MAM, Moreira-Araújo MAM. Cheese bread enriched with biofortified cowpea flour. *Ciên Agrote*. 2016;40 (1):97-103. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542016000100009>
30. Ramírez-Jiménez AK, Gaytán-Martínez M, Morales-Sánchez E, Loarca-Piña G. Functional properties and sensory value of snack bars added with common bean flour as a source of bioactive compounds. *LWT - Food Sci Tech*. 2018; 89:674–680. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.043>
31. Mosca PC, Oliveira FM, Zanardo FC, et al. Composição e aceitabilidade entre crianças de uma creche/escola de Uberaba-MG de bolos de chocolate adicionado de grãos de feijão cozidos. *Rev Bras Prod Agr*. 2014;16 (4):403–410.
32. Richardson AM, Tyuftin AA, Kilcawley KN, Gallagher E, O'sullivan MG, Kerry JP. The impact of sugar particle size manipulation on the physical and sensory properties of chocolate brownies. *Food Sci Tech*. 2018; 95:51-57. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.038>
33. Boye J, Zare F, Pletch A. Pulse proteins: processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. *Food Res Inter*. 2010; 43 (2): 414-431. <http://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.003>
34. Santos GNLM, Luzia DMM, Farias VLS. Composição centesimal e atividade antioxidante de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev Interfaces*. 2023;15 (10):1-22.

35. Barros LFT, Escobar TD, Ribeiro PFA, Kaminski TA. Muffins adicionados de farinha de feijão de diferentes classes. *Braz J Food Tech*. 2018;21: e2017081. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.08117>
36. Selvakumaran L, Shukri R, Ramli NS, Dek MSP, Ibadullah WZW. Orange sweet potato (*Ipomoea batatas*) puree improved physicochemical properties and sensory acceptance of brownies. *J Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2019; 18 (3):332–336. <http://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.09.006>
37. Almeida ILGT, Feijó MBS, Marcellini OS. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de biomassa de fruta-pão verde. *J Health Sci*. 2016;18(2):144-149. <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2016v18n2p144-149>
38. Abreu DJM, Moraes IA, Asquieri ER, Damiani C. Red mombin (*Spondias purpurea* L.) seed flour as a functional component in chocolate brownies. *J Food Sci Technol*. 2021;58(2):612-620. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04574-4>
39. Souza MF, Roselino MN. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de cacau potencialmente funcional. *R Assoc Bras Nutr* 2019;10(2):47-51.
40. Gouvea IFS, Maciel MPR, Carvalho EEN, Cirillo MA, Boas BMV, Nachtigall AM. Composição centesimal e intenção de compra de biscoitos obtidos pela mistura das farinhas de talos de beterraba, flocos de aveia e farinha de trigo. *Res Soc Devel*. 2021;10 (5): e39410515182. <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.15182>
41. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 429, de 08 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. *Diário Oficial União*. 9 de out.
42. Sumartini, Harahap KS, Mujiyanti A. Brownies from mangrove fruit flour: the use of variation of flours as an alternative to high food nutrition. *IFNP*. 2020;17(1):16-22. <https://doi.org/10.22146/ifnp.55188>
43. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>

Recibido: 22/01/2024
Aceptado: 05/08/2024