

Aplicação de farinhas de coprodutos de frutas em bolos sem glúten

Application of fruit co-product flours in gluten-free cakes

Sabrina Alves Ramos¹ , Daniela Gomes de Moura¹ , Bárbara Eduarda de Laia Queiroz¹ , Rafaela das Dores Pereira¹ ,
Michely Capobiango¹ , Marcio Schmiele² , Tatiana Nunes Amaral^{2*} 

¹ Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, Brasil.

*Autor de correspondência/Corresponding author: tatiana.amaral@ict.ufvjm.edu.br

Recebido/Received: 15.10.2023

Aceito/Accepted: 21.04.2024

Publicação/Publication: 11.07.2024

Editor Chefe/Editor-in-chief: Adriana Bugno

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo empregar farinhas de coprodutos de frutas em bolos sem glúten e analisar a qualidade sensorial e tecnológica das receitas. Foi desenvolvido um bolo padrão e seis com adição de 14% de cada farinha de coproduto. Foi realizada avaliação de volume, dureza instrumental e análise sensorial de aceitação. O bolo com farinha da casca de banana apresentou os melhores resultados de volume e dureza, enquanto o bolo com farinha da casca de abacaxi os piores resultados, menor volume e maior dureza. As diferenças de cor dos bolos foram refletidas pela característica de cada farinha adicionada. Todos os bolos atingiram mais de 70% de aceitabilidade sensorial, demonstrando a viabilidade das aplicações. Conclui-se que a utilização de farinhas produzidas com coprodutos de frutas em bolos é uma opção para uma alimentação saudável e sustentável, em especial, para indivíduos celíacos.

Palavras-chave. Farinha de Fruta, Nutrição, Panificação, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The present study aimed to use fruit co-product flours in gluten-free cakes and analyze the sensorial and technological quality of the recipes. One standard and six cakes were developed by the addition of 14% of each co-product flour. Volume, instrumental hardness and sensory acceptance analysis were performed. The cake with banana peel flour showed the best results for volume and hardness, while the cake with pineapple peel flour had the worst results, lower volume and higher hardness. The differences in cake colors were reflected by the characteristics of each flour added. All cakes reached more than 70% of sensorial acceptability, demonstrating the viability of the applications. The use of flours produced with fruit co-products in cakes is therefore an option for a healthy and sustainable diet, especially for individuals with celiac disease.

Keywords. Baking, Fruit Flour, Nutrition, Sustainability.

INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que aproximadamente 17% dos alimentos destinados ao consumo humano são desperdiçados. Em contrapartida, em vários locais do mundo, incluindo o Brasil, a falta de acesso aos alimentos saudáveis é um problema real enfrentado. Portanto, os incentivos para a alimentação adequada em conjunto com o aproveitamento integral dos alimentos são iniciativas viáveis para a melhoria da qualidade nutricional e redução do desperdício¹⁻³.

A produção de farinhas com partes usualmente não consumidas dos alimentos pode contribuir com a redução da geração de resíduos agroindustriais⁴ e aportar componentes nutricionais às preparações alimentícias^{1,2}. Estudos realizados com coprodutos de frutas mostram que estes possuem alto teor de fibras, carboidratos, minerais e presença de compostos bioativos, tornando-os benéficos à saúde⁵⁻¹⁰.

A aplicação de coprodutos de frutas e hortaliças como cascas, sementes, amêndoas e talos em preparações, em especial, de panificação, como bolos e biscoitos, tem sido estudado por pesquisadores como Panwar et al¹¹ e Santos et al⁸. Esta utilização se torna importante por contribuir para a sustentabilidade global viabilizando a redução do desperdício de alimentos, além dos impactos causados ao meio ambiente^{5,12,13}.

Os coprodutos provenientes das frutas se destacam pelas altas concentrações de fibras⁶⁻¹⁰. Estudos comprovam que as fibras têm sido utilizadas para fornecer propriedades aos alimentos, agregando valor nutricional e por sua ampla possibilidade de utilização tecnológica nas indústrias, em especial na panificação^{1,4,14-17}.

Bolos são populares na alimentação nacional, sendo matrizes alimentares importantes para a difusão do enriquecimento nutricional dos alimentos. Estudos demonstram que, além do exposto, os bolos apresentam estruturas que se comportam bem tecnologicamente com a inclusão de farinhas de cascas e sementes¹⁸⁻²⁰. Em contrapartida, os bolos, geralmente, são produzidos com farinha de trigo, onde está presente o glúten que deve ser evitado por pessoas com doença celíaca ou outros distúrbios relacionados a essa proteína de origem vegetal^{21,22}.

A doença celíaca é um problema de saúde pública devido à alta prevalência e, atualmente, observa-se o aumento de sua incidência, sendo diagnosticada em 1% da população mundial²³⁻²⁵. A patologia é um problema autoimune e ocorre devido à ingestão de glúten, uma proteína presente no trigo, cevada e centeio. Portanto, a melhor alternativa e conduta terapêutica é uma dieta sem glúten ao longo da vida²⁶. Atualmente, o acesso a produtos isentos em glúten é mais fácil, no entanto, geralmente esses produtos apresentam baixo teor de compostos benéficos à saúde, como fibras alimentares²⁷⁻²⁹. Desta forma, o desenvolvimento de preparações sem glúten, mas com valor nutricional agregado, se faz necessário.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo empregar farinhas elaboradas com coprodutos de frutas em bolos sem glúten e analisar a qualidade sensorial e tecnológica das receitas, além de agregar valor nutricional às preparações e contribuir com a redução do desperdício.

MATERIAL E MÉTODOS

As frutas e ingredientes foram adquiridos em um mercado local de Belo Horizonte (MG). As amostras das farinhas de coprodutos de frutas e dos bolos foram desenvolvidas e analisadas sensorialmente no laboratório de Técnica Dietética da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). As análises físico-químicas das amostras foram realizadas no Laboratório de Macroscopia da PUC Minas e no Laboratório de Matérias-primas Alimentares do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Elaboração das farinhas de coprodutos de frutas

O desenvolvimento das farinhas de coprodutos de frutas foi realizado conforme procedimento descrito por Ramos et al³⁰. Foram elaboradas seis farinhas, sendo: farinha da casca de abacaxi Pérola (*Ananas comosus* L.) – FCA; farinha da casca de manga Palmer (*Mangifera indica* L.) – FCM; farinha da casca de banana Prata (*Musa ssp.*) – FCB; farinha da casca de laranja Pêra Rio (*Citrus sinensis* L.) – FCL; farinha da amêndoa de manga Palmer (*Mangifera indica* L.) – FAM e farinha da entrecasca de melancia (*Citrullus lanatus*) – FEM.

As frutas utilizadas para obtenção das farinhas foram lavadas, sanitizadas e descascadas manualmente. Para as cascas, entrecasca e amêndoas, o processo de desidratação foi realizado em estufa com circulação de ar forçado e temperatura de 65 ± 1 °C por 12 horas, já a entrecasca de melancia e a casca do abacaxi passaram pelo processo de secagem por 26 horas. Posteriormente, os coprodutos foram triturados em liquidificador, peneirados, armazenados em potes de polietileno com tampa e mantidos à temperatura de 25 ± 2 °C em local seco até a realização dos experimentos.

Preparação dos bolos

Foram realizados pré-testes para definir o percentual de adição das farinhas. Em seguida foram estabelecidas as formulações dos bolos, sendo um padrão e seis com adição de 14% de cada farinha de coprodutos de fruta produzida (**Tabela 1**). Cada batelada de bolo padrão foi produzida com 535,6 g de massa e os demais bolos com 562,6 g.

Tabela 1. Formulações das amostras de bolos

Ingredientes	Bolo Padrão (%)	Bolo com as farinhas de coprodutos de frutas (%)
Farinha de aveia	33,6	32,0
Farinha de coproduto de fruta	–	4,8
Ovos	42,0	40,0
Açúcar mascavo	20,4	19,6
Óleo de soja	3,0	2,8
Fermento em pó	1,0	0,8

Os bolos foram preparados pela mistura dos ingredientes, com exceção do fermento e claras. Após a homogeneização, as claras em neve foram incorporadas e, por fim, o fermento. A massa foi disposta em forma untada e assada em forno a 180 °C. Os bolos padrão e com o acréscimo de FAM e FEM foram assados por 20 minutos, os bolos com FCB e FCM por 25 minutos e aqueles que utilizaram FCA e FCL por 30 minutos.

Análises físico-químicas

Os bolos foram caracterizados pela determinação da cor (espectrofotômetro Konica Minolta CM-5) explorando os parâmetros luminosidade (L^*), a^* (atributo de cor vermelho (+) / verde (-)), b^* (atributo de cor amarelo (+) / azul (-)) e Delta E (Equação 1) segundo Pathare et al³¹. O volume específico das amostras foi determinado através do deslocamento de painço conforme o método nº 10-05.01 da American Association of Cereal Chemists (AACC)³² e os resultados expressos em g mL^{-1} .

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde: ΔE = magnitude da diferença total da cor; ΔL^* = diferença entre mais claro e mais escuro; Δa^* = diferença entre vermelho e verde; e Δb^* = diferença entre amarelo e azul.

A textura instrumental dos bolos, avaliando-se a dureza, foi realizada em texturômetro TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Haslemere, Inglaterra), utilizando probe P/36 e plataforma HDP/90, conforme método nº 74-09.01 da AACC³². Os parâmetros utilizados foram: velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1,00, 1,00 e 10,0 mm/s, limiar de detecção de 0,049 N, no modo força de compressão, comprimindo 40% da parte central de uma amostra composta por 2 fatias de 12 mm de espessura cada, e os resultados expressos em N.

As determinações de umidade, lipídios e fibras da farinha de abacaxi foram realizadas segundo metodologias propostas pela Association of Official Analytical Chemistry (AOAC)³³, em triplicatas. A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa a 105 °C até peso constante. Os lipídios foram determinados por extração a quente com solvente utilizando aparelho tipo Soxhlet. A fibra alimentar solúvel e insolúvel pelo método enzimático-gravimétrico (991.43) e a fibra alimentar total pelo somatório de suas frações. Os resultados da composição centesimal das demais farinhas foram apresentados em estudos anteriores^{6,7}.

Análise sensorial

Análise sensorial de aceitação dos atributos aparência e sabor foi realizada pelo uso de escala hedônica estruturada de nove pontos, entre 9 (gostei extremamente) e 1 (desgostei extremamente). O teste foi realizado com 100 provadores não treinados, com idades entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos e consumidores de bolos³⁴. As amostras foram avaliadas em cabines individuais, em pratos brancos descartáveis codificados, contendo 25 gramas de cada amostra apresentada, em temperatura ambiente e em ordem aleatória e balanceada. O Índice de Aceitabilidade (IA) dos produtos para cada atributo foi calculado considerando a Equação 2.

$$IA (\%) = Ax100/B \quad (2)$$

Onde: A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima dada ao produto.

Notas iguais ou superiores a 70% para o IA foram consideradas como preparações bem aceitas pelos julgadores³⁵. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas sob o parecer de número 36556214.4.0000.5137.

Análises estatísticas

Os resultados das análises físico-químicas e dos testes sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ($p < 0,05$) com teste de média Scott-Knott ($p < 0,05$) quando pertinente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físico-químicas dos bolos

Os resultados de umidade, lipídios e teor de fibras alimentares das farinhas, volume e dureza dos bolos estão apresentados na **Tabela 2** e na **Figura 1**, respectivamente.

Tabela 2. Teor de umidade, lipídios e fibras alimentares das farinhas de coprodutos de frutas

Farinhas	Umidade	Lipídios	FA total	FA Insolúvel	FA Solúvel
FCA	11,12 ± 0,55 ^b	2,14 + 0,25 ^c	37,70 ± 0,75 ^d	32,61 ± 1,16 ^b	5,09 ± 0,33 ^d
FCM*	10,25 ± 0,11 ^b	6,88 + 0,55 ^b	36,67 ± 0,44 ^d	17,25 ± 0,28 ^d	19,42 ± 0,60 ^a
FCB**	8,15 ± 0,08 ^c	7,73 ± 0,89 ^a	54,84 ± 0,49 ^a	50,68 ± 0,83 ^a	4,16 ± 0,17 ^d
FCL**	11,85 ± 0,46 ^a	2,71 ± 0,06 ^d	42,27 ± 0,28 ^c	35,31 ± 0,38 ^b	6,95 ± 0,18 ^c
FAM*	7,97 ± 0,18 ^c	6,34 + 0,34 ^c	37,44 ± 0,73 ^d	25,83 ± 0,88 ^c	11,61 ± 0,58 ^b
FEM**	11,83 ± 0,08 ^a	2,71 ± 0,06 ^d	47,26 ± 0,30 ^b	28,15 ± 0,30 ^c	19,11 ± 0,03 ^a

FCA – Farinha da Casca de Abacaxi; FCM – Farinha da Casca de Manga; FCB – Farinha da Casca de Banana; FCL – Farinha da Casca de Laranja; FEM – Farinha da Entrecasca de Melancia; FAM – Farinha da Amêndoa de Manga; FA – Fibra Alimentar. Os dados são apresentados por média ± desvio padrão. Médias indicadas por letras iguais na mesma coluna não diferem significativamente pela análise de variância, ANOVA *one way* e *post hoc* teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro

*Ramos et al⁷

**Ramos et al⁶

O bolo com farinha da casca de banana (BFCB) foi o que apresentou o melhor resultado tecnológico, com maior volume e menor dureza quando comparado ao padrão (**Figuras 1A e 1B**). A FCB é a que possui menor teor umidade e maior de fibras totais, sendo composta principalmente por fibras insolúveis (**Tabela 2**), fração esta que não interfere na absorção de água. Além disso, essa farinha possui maior teor de lipídios (7,73 g.100 g⁻¹) que as demais (**Tabela 2**) e sabe-se que o teor de gordura presente nos bolos é capaz de alterar o volume específico e a dureza de forma inversa ao acréscimo de fibras, quanto maior a quantidade de lipídios maior o volume e menor a dureza³⁶.

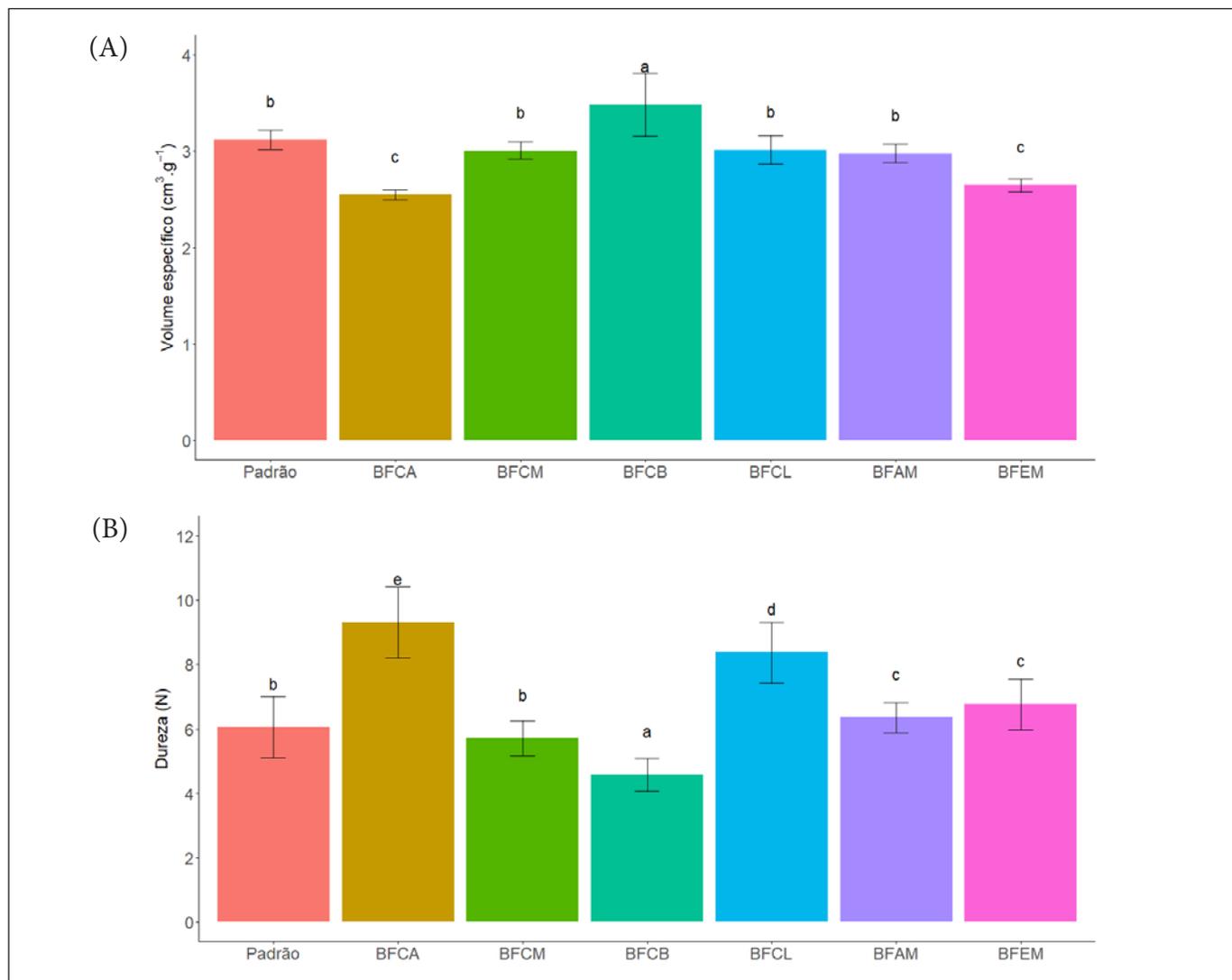


Figura 1. Volume específico (A) e dureza (B) dos bolos padrão e produzidos com as farinhas de coprodutos de frutas. BFCA – Bolo com Farinha da Casca de Abacaxi; BFCM – Bolo com Farinha da Casca de Manga; BFCB – Bolo com Farinha da Casca de Banana; BFCL – Bolo com Farinha da Casca de Laranja; BFEM – Bolo com Farinha da Entrecasca de Melancia; BFAM – Bolo com Farinha da Amêndoa de Manga. Os dados são apresentados por média \pm desvio padrão. Médias nas barras seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro

O bolo com farinha da casca de manga (BFCM) foi o único que apresentou o mesmo comportamento da amostra padrão em relação ao volume e a dureza simultaneamente (**Figuras 1A e 1B**), demonstrando que a aplicação desta farinha não interferiu tecnologicamente no desenvolvimento do bolo. Apesar da FCM apresentar os menores teores de fibra alimentar total ($36,88 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e insolúvel ($17,06 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) é a farinha que apresentou o maior teor de fibra solúvel ($19,82 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), como disposto na **Tabela 2**. Porém, de forma semelhante à FCB, a FCM possui mais lipídios ($6,88 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) que as outras quatro farinhas, o que pode ter interferido positivamente no volume e na dureza do bolo.

O bolo com farinha da casca de abacaxi (BFCA) foi o que apresentou menor volume e maior dureza entre todos os bolos (**Figuras 1A e 1B**), apesar de o teor de umidade e fibra alimentar total da FCA ser semelhante à FCM (**Tabela 2**), demonstrando que a fração da fibra também interfere no resultado, pois

a FCA apresenta mais fibra insolúvel e menos solúvel. Além disso, a FCA apresenta baixo teor de lipídios ($2,14 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) que interfere diretamente no volume e na dureza da massa. Erkel et al³⁷ produziram biscoitos substituindo farinha de trigo por 8%, 16% e 24% de FCA e observaram que maiores porcentagens de FCA (16% e 24%) promoveram maior dureza às formulações devido ao maior teor de fibras.

O bolo com farinha da entrecasca de melancia (BFEM) também apresentou menor volume e maior dureza comparado ao padrão (**Figuras 1A e 1B**). A FEM possui mais umidade e fibra solúvel que a maioria das outras farinhas (**Tabela 2**), demonstrando que a fibra solúvel ao absorver água interfere no resultado tecnológico do bolo. Além disso, essa farinha tem pouco lipídios ($2,71 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), nutriente que tem ação positiva no volume e na dureza. Outros autores também observaram que o aumento da quantidade de FEM no preparo de biscoitos proporcionou maior dureza, devido ao alto teor de fibras, o que propicia maior grau de adesão dos ingredientes³⁸.

O bolo com farinha da casca de laranja (BFCL) apresentou volume semelhante ao padrão, mas maior dureza (**Figuras 1A e 1B**). A FCL é a que possui maior umidade, teor semelhante à FEM (**Tabela 2**), devido às cascas *in natura* destas frutas possuírem mais umidade. O teor de fibra alimentar total e insolúvel da FCL é razoável, mas de solúvel é baixo ($6,95 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) comparado às FCM, FEM e FAM, no entanto, o teor de lipídios também é baixo ($2,71 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), como disposto na **Tabela 2**. Esses resultados demonstram que a interação entre os nutrientes interfere diretamente nos resultados tecnológicos.

O bolo com farinha da amêndoa de manga (BFAM) apresentou volume semelhante ao padrão, mas menor dureza (**Figuras 1A e 1B**). A FAM possui baixa umidade, mas teor razoável de fibra alimentar solúvel ($11,61 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e lipídios ($6,34 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), demonstrando que o teor de lipídio e a baixa umidade tiveram efeito positivo na maciez do bolo.

Como observado, os bolos sofreram alteração de volume e/ou dureza provavelmente devido à associação do teor de umidade, lipídios e fibras, bem como a proporção de suas frações, solúveis e insolúveis^{36,39,40}. A incorporação de fibras alimentares na formulação de bolos relaciona-se a alterações das características físico-químicas, visto que esses compostos têm a capacidade de absorção/retenção de água. Portanto, com a diminuição da disponibilidade de água, devido ao acréscimo de fibras, há diminuição do volume específico e aumento da dureza³⁹.

Ainda, estudos mostram que ao acrescentar maiores quantidades de fibras insolúveis do que solúveis em preparações, há menor propriedade de hidratação e menor volume específico^{19,41}. Por outro lado, ao preparar pães com adição de fibras solúveis, ocorreu também diminuição do volume específico devido ao menor teor de glúten e o acréscimo de fibras⁴². Desse modo, ambas as frações podem influenciar nas características dos bolos.

Namir et al²⁹ observaram que ao preparar *donuts* sem glúten com farinha de casca e semente de melão com alto teor de fibras, ocorreu a diminuição do volume específico e aumento da dureza ao aumentar a adição da farinha de coproduto, corroborando para os achados do presente estudo.

A dureza é um aspecto indesejável em bolos, assim como o volume específico é umas das características mais importantes para se analisar fisicamente os produtos de panificação^{43,44}, visto que quanto maior o volume e menor a dureza obtidos nas amostras, pode se considerar que a preparação obteve maior desenvolvimento e potencial de maciez.

Além disso, a gordura pode agir como emulsificante, contribuindo para emulsão e espumas estáveis em uma massa⁴⁰. Estudos demonstram que os emulsificantes possuem a propriedade de fornecer aeração estável para preparações na indústria de panificação. Assim como, também contribuem para maior resistência e elasticidade, melhorando a textura, aparência, sabor e aceitabilidade de um produto⁴⁵. Com

isso, observa-se que a quantidade de gordura presente em uma preparação influencia nas características apresentadas; portanto, o teor lipídico das farinhas de coproduto de frutas interfere no produto final obtido.

Na **Figura 2** estão representados os resultados dos parâmetros de cor e aspecto dos bolos e farinhas estudadas.

O BFCB apresentou o menor valor de luminosidade (“L”), enquanto os BFEM e BFAM apresentaram os maiores valores. Este resultado é semelhante ao observado nas farinhas produzidas que foram previamente analisadas quanto a estes parâmetros³⁰, tendo a FAM a maior luminosidade, seguida pela FEM, enquanto a FCB apresentou o menor valor devido a sua cor marrom escura, o que resulta na atenuação do brilho (**Figura 2**).

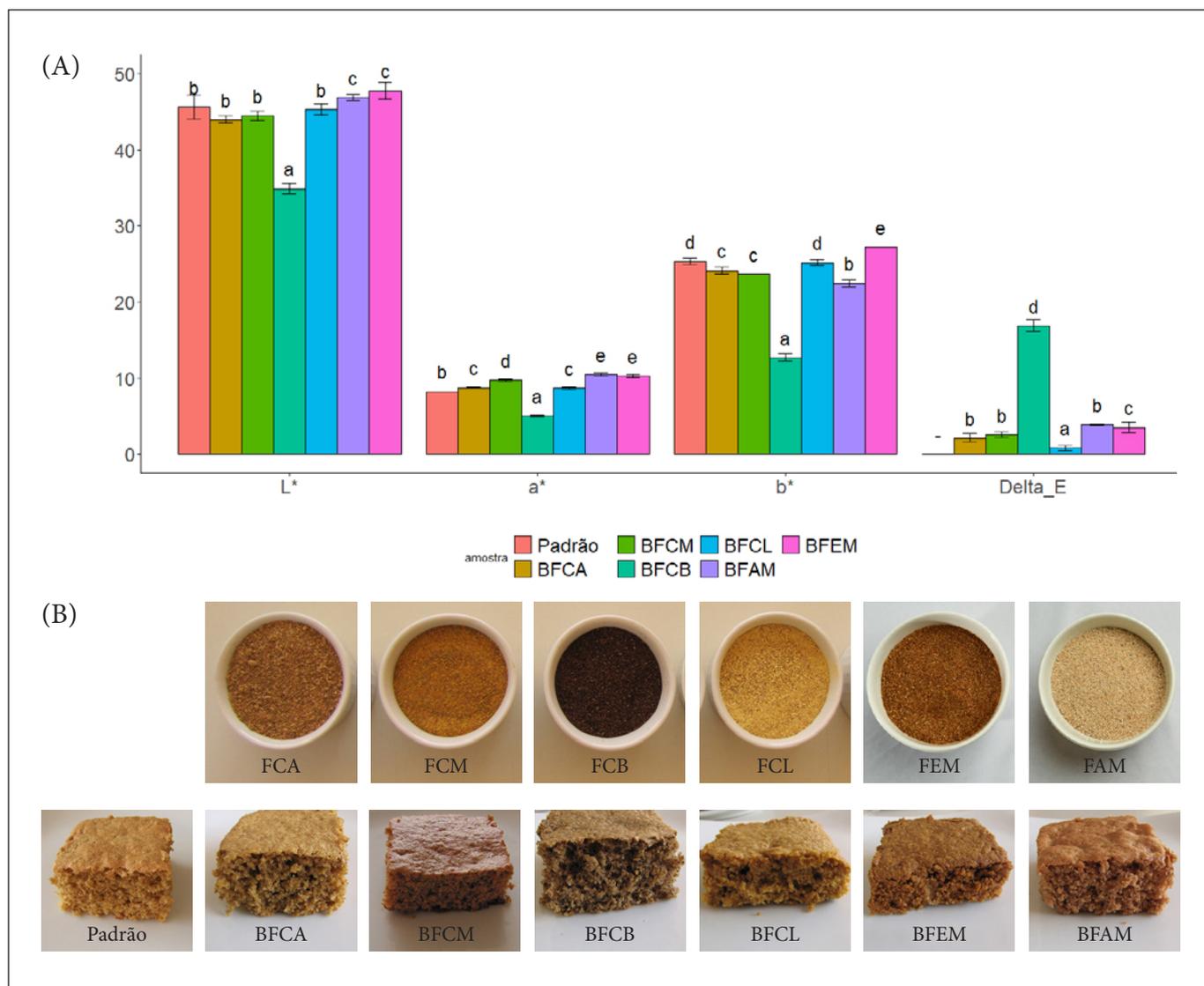


Figura 2. Características de cor dos bolos produzidos com as farinhas de coprodutos de frutas (A) e imagens das farinhas produzidas com coprodutos de frutas e respectivos bolos (B). Farinhas: FCA – Farinha da Casca de Abacaxi; FCM – Farinha da Casca de Manga; FCB – Farinha da Casca de Banana; FCL – Farinha da Casca de Laranja; FAM – Farinha da Amêndoa de Manga; FEM – Farinha da Entrecasca de Melancia. Bolos: BFCA – Bolo com Farinha da Casca de Abacaxi; BFCM – Bolo com Farinha da Casca de Manga; BFCB – Bolo com Farinha da Casca de Banana; BFCL – Bolo com Farinha da Casca de Laranja; BFEM – Bolo com Farinha da Entrecasca de Melancia; BFAM – Bolo com Farinha da Amêndoa de Manga. Os dados são apresentados por média ± desvio padrão. Médias nas barras seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro

A adição de 14% das farinhas de coprodutos de frutas interferiu na cor dos bolos produzidos. Todos os valores de a^* e b^* dos bolos foram positivos, prevalecendo o tom amarelo avermelhado nas preparações. O BFEM apresentou os maiores valores de a^* e b^* , sendo o bolo mais avermelhado (**Figura 2B**). O BFCB foi o que apresentou os menores valores de a^* e b^* confirmando a cor mais escura desse bolo devido à cor da farinha de banana (**Figura 2B**).

A alteração da coloração dos bolos pode estar relacionada a fatores como cor de cada farinha devido aos pigmentos e teores de polifenóis presentes em cada tipo de fruta, escurecimento que ocorre durante o processo de secagem dos coprodutos de frutas, temperatura, pH, atividade de água e a relação entre aminoácidos e carboidratos simples que podem acarretar reações de escurecimento não enzimático. Essas reações agregam cor, sabor e aroma em preparações assadas favorecendo as características sensoriais esperadas em produtos de panificação^{15,46-48}.

O BFCB foi o que apresentou o maior valor de Delta E (16,89), **Figura 2A**, confirmando a maior diferença de cor em relação ao bolo padrão, pois esse bolo foi o mais escuro devido a cor da FCB (**Figura 2B**). Esse resultado indica que o consumidor consegue visualizar a cor do BFCB totalmente distinta quando comparada ao padrão⁴⁹. A cor do BFEM também foi diferente do padrão, mas com menor valor de Delta E (3,54). O BFCL foi o que apresentou o menor Delta E (0,87), ou seja, foi o que mais se aproximou à cor do bolo padrão. Mesmo com diferença estatística significativa, as demais receitas se apresentaram muito semelhantes em relação à cor da formulação padrão como colocado na **Figura 2A**.

Características sensoriais dos bolos

Os resultados da análise sensorial de aceitação dos atributos de aparência e sabor dos bolos estudados, além do índice de aceitabilidade, estão representados na **Figura 3**. As médias das preparações avaliadas sensorialmente ficaram situadas entre os termos hedônicos “gostei muito” (8) e “gostei ligeiramente” (6). Apesar da diferença significativa de alguns bolos, os resultados encontrados demonstram que a maioria dos bolos foi aceita, visto que segundo Dutcosky³⁵ para que um produto seja aceito sensorialmente esse deve possuir média maior ou igual a 7,0.

Os bolos produzidos com as FCA, FCM, FCB e FCL apresentaram diferença significativa em relação ao atributo sabor (**Figura 3**). O bolo com a FCA apresentou odor leve e adocicado, sabor mais doce que o bolo padrão; o bolo com FCM apresentou sabor frutado e levemente cítrico, no entanto estes dois bolos apresentaram sabor residual de fibra. O bolo produzido com a FCB apresentou sabor mais doce que todos os outros bolos e sabor residual adstringente e fibroso. O bolo elaborado com a FCL apresentou sabor residual amargo. Estas características podem explicar a diferença observada na aceitação do sabor destes quatro bolos.

Todos os seis bolos tiveram resultados estatisticamente semelhantes ao padrão para o atributo aparência, embora tenham sido observadas diferenças de volume e cor nas análises físico-químicas.

Todos os bolos apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%, reforçando a boa aceitabilidade (**Figura 3**). O bolo elaborado com FAM apresentou índice de aceitabilidade maior que o bolo padrão, este bolo apresentou coloração avermelhada, odor e sabor suave de amêndoas.

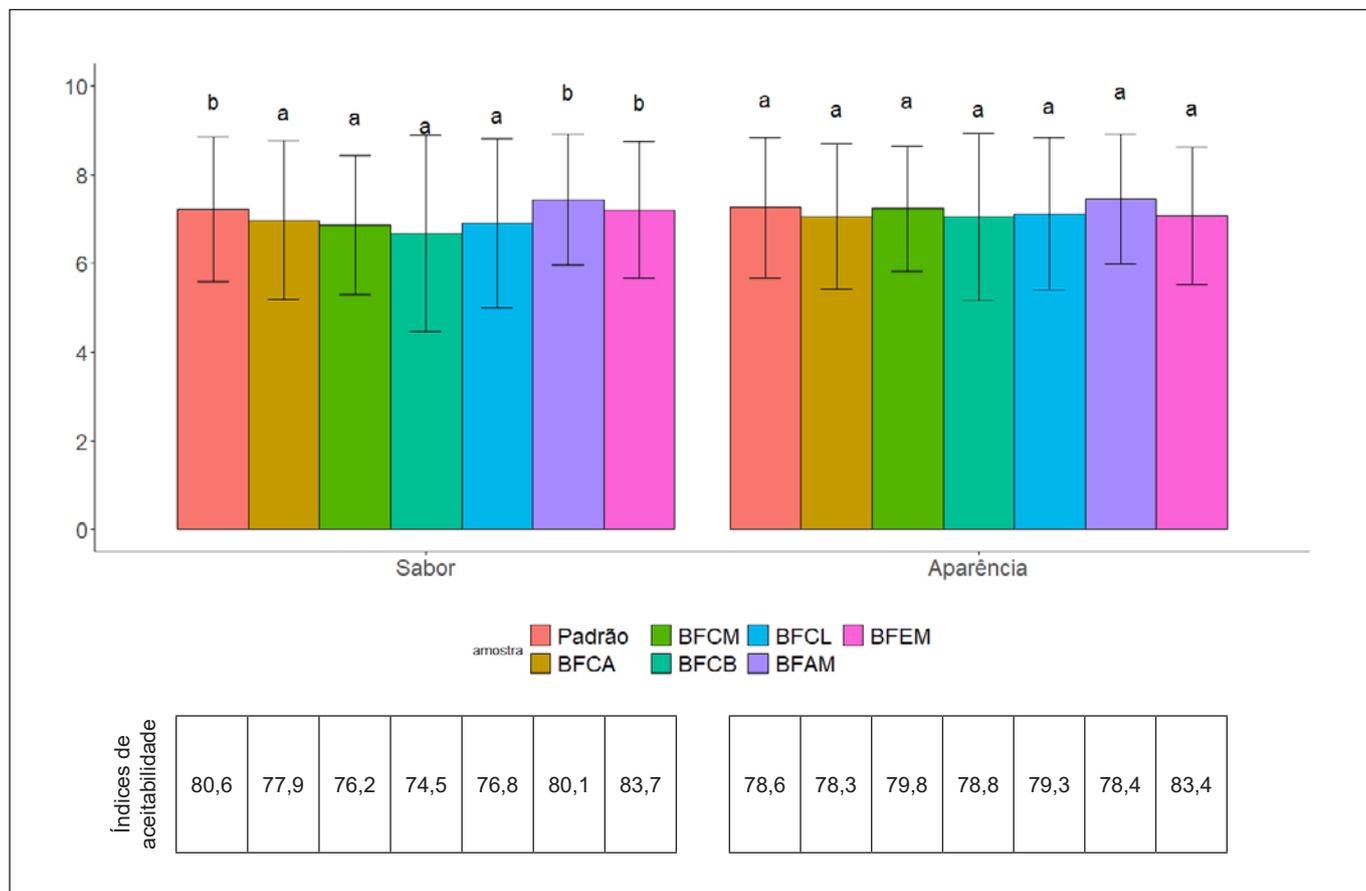


Figura 3. Resultados da análise sensorial de aceitação por escala hedônica realizada com os bolos produzidos com as farinhas de coprodutos de frutas. BFCA – Bolo com Farinha da Casca de Abacaxi; BFCM – Bolo com Farinha da Casca de Manga; BFCB – Bolo com Farinha da Casca de Banana; BFCL – Bolo com Farinha da Casca de Laranja; BFEM – Bolo com Farinha da Entrecasca de Melancia; BFAM – Bolo com Farinha da Amêndoa de Manga. Os dados são apresentados por média \pm desvio padrão. Médias nas barras seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Indicação dos índices de aceitabilidade relacionados ao sabor e à aparência

Diante dos resultados expostos, observa-se que a adição de 14% de farinhas produzidas com coprodutos de frutas na formulação de bolos obteve bons resultados tecnológicos, com produtos com boa aceitabilidade em relação ao sabor e à aparência.

Em estudo com a aplicação de farinha de buriti em bolo de chocolate, a aceitação dos atributos sabor e aparência variaram de acordo com a porcentagem adicionada de farinha (10%, 20% e 30%)¹⁹. O bolo com farinha de buriti (10%) apresentou para a aparência e sabor 82% e 76% de aceitação, respectivamente; sendo valores similares aos encontrados nos bolos estudados. Por outro lado, quando se utilizou 30%, a aceitação para aparência foi de 79% e para sabor de 68%¹⁹. Desse modo, observa-se que com o aumento da quantidade de farinha utilizada, reduz-se os valores de aceitação^{19,43,50}. Esses dados reforçam a importância de pré-testes para a padronização das receitas que possam ter melhor aceitação pelos consumidores e melhor qualidade tecnológica.

Ainda que a adição de menores percentuais de farinha de coproduto nas receitas tenha maior aceitação, agrega-se valor nutricional às preparações, tornando-as uma boa alternativa, em especial, para indivíduos celíacos.

A utilização dos coprodutos de frutas impacta positivamente no meio ambiente, sendo uma ação sustentável, pois o descarte de coprodutos pelas indústrias gera poluição da água e da vegetação. Portanto, ao se utilizar as partes desprezadas, ameniza-se os impactos ambientais negativos, contribuindo também para a redução de custos com a destinação dos resíduos industriais. Ademais, os coprodutos também agregam nutrientes nas preparações e à dieta, fornecendo vitaminas, sais minerais, compostos bioativos, antioxidantes, e em especial, fibras.

CONCLUSÃO

A utilização de coprodutos de frutas é uma boa opção para uma alimentação saudável e sustentável. O presente estudo demonstrou que a utilização de farinhas isentas de glúten elaboradas com as partes convencionalmente descartadas de frutas é viável na produção de bolos sem glúten, contribuindo nos âmbitos nutricional, econômico e sustentável.

De acordo com os achados, as preparações elaboradas com coproduto de frutas têm grande potencial, uma vez que alcançaram boa aceitação sensorial e têm o teor de fibras aumentado, com características de volume e dureza variáveis de acordo com o tipo de fruta. Portanto, torna-se uma alternativa para indivíduos com doença celíaca, sendo também um bolo com valor agregado, adicionando nutrientes à dieta. Dessa maneira, tornam-se necessários mais estudos e incentivos nessa área que corroborem para a utilização integral das frutas e no desenvolvimento de novos produtos com valor nutricional agregado.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não existir conflitos de interesse.

FINANCIAMENTO

À FAPEMIG concedeu bolsa de iniciação científica para a aluna de graduação Rafaela das Dores Pereira.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica de Rafaela das Dores Pereira, à Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, ao Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e à funcionária Krisna Túlia de Lima pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Sabrina Alves Ramos: concepção, delineamento do estudo, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito. Daniela Gomes Moura e Bárbara Eduarda de Laia Queiroz: redação do manuscrito. Rafaela das Dores Pereira: concepção e coleta de dados. Michely Capobiango: análise centesimal das farinhas. Marcio Schmiele: análises físico-químicas. Tatiana Nunes Amaral: análises físico-químicas, interpretação dos dados e redação do manuscrito.

NOTA DE APRESENTAÇÃO

Não declarado pelos autores.

REFERÊNCIAS

1. Laganà V, Giuffrè AM, Bruno A, Poiana M. Formulation of biscuits fortified with a flour obtained from bergamot by-products (*Citrus bergamia*, Risso). Foods. 2022;11(8):1137. <https://doi.org/10.3390/foods11081137>
2. Larrosa APQ, Otero DM. Flour made from fruit by-products: characteristics, processing conditions, and applications. J Food Process Preserv. 2021;45(1):e15398. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15398>
3. Organização das Nações Unidas – ONU. ONU: 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados. 2021. [acesso 2023 Jun 20]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/114718-onu-17-de-todos-os-alimentos-disponiveis-para-consumo-sao-desperdicados>
4. Brito TBN, Pereira APA, Pastore GM, Moreira RFA, Ferreira MSL, Fai AEC. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. Lwt. 2020;124:109028. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109028>
5. Kowalska H, Czajkowska K, Cichowska J, Lenart A. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. Trends Food Sci Technol. 2017;67(1):150-9. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.016>
6. Ramos SA, Lacerda IR, Silva MR, Capobianco M. Physical and chemical characterization and antioxidant activity of flours developed with fruit by-products and sensory analysis of elaborated products. J Culin Sci Technol. 2023;1-15. <https://doi.org/10.1080/15428052.2023.2272637>
7. Ramos SA, Silva MR, Jacobino AR, Damasceno IAN, Rodrigues SM, Carlos GA 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. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12436>
8. Santos D, Silva JAL, Pintado M. Fruit and vegetable by-products' flours as ingredients: A review on production process, health benefits and technological functionalities. LWT. 2022;154:112707. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112707>
9. Schneider VS, Bark JM, Winnischofer SMB, Santos EF, Iacomini M, Cordeiro LMC. Dietary fibres from guavira pomace, a co-product from fruit pulp industry: Characterization and cellular antioxidant activity. Food Res Int. 2020;132. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109065>

10. Tozzi F, Núñez-Gómez D, Legua P, Del Bubba M, Giordani E, Melgarejo P. Qualitative and varietal characterization of pomegranate peel: High-value co-product or waste of production? Sci Hortic. 2022;291:110601.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110601>
11. Panwar D, Panesar PS, Chopra HK. Recent trends on the valorization strategies for the management of citrus by-products. Food Rev Int. 2021;37(1):91-120.
<https://doi.org/10.1080/87559129.2019.1695834>
12. Jungowska J, Kulczyński B, Sidor A, Gramza-Michałowska A. Assessment of factors affecting the amount of food waste in households run by polish women aware of well-being. Sustainability. 2021;13(2):976.
<https://doi.org/10.3390/su13020976>
13. Muntean MV, Fărcaș AC, Medeleanu M, Salanță LC, Borșa A. A sustainable approach for the development of innovative products from fruit and vegetable by-products. Sustainability. 2022;14(17):10862.
<https://doi.org/10.3390/su141710862>
14. Cunha JA, Rolim PM, KSFC, Sousa Júnior FC, Nabas RC, Seabra LMAJ. From seed to flour: Sowing sustainability in the use of cantaloupe melon residue (*Cucumis melo* L. var. *Reticulatus*). PLoS One. 2020;15(1):e0219229.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219229>
15. Toledo NMV, Nunes LP, Silva PPM, Spoto MHF, Canniatti-Brazaca SG. Influence of pineapple, apple and melon by-products on cookies: Physicochemical and sensory aspects. Int J Food Sci Technol. 2017;52(5):1185-92.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.13383>
16. Santos CM, Rocha DA, Madeira RAV, Queiroz ER, Mendonça MM, Pereira J et al. Preparation, characterization and sensory analysis of whole bread enriched with papaya byproducts flour. J Food Technol. 2018;21:e20171209.
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.12017>
17. Soquetta MB, Stefanello FS, Huerta KM, Monteiro FS, Rosa CS, Terra NN. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). Food Chem. 2016;199:471-8.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.022>
18. Ağırbaş HET, Yavuz-Düzgün M, Özçelik B. The effect of fruit seed flours on Farinograph characteristics of composite dough and shelf life of cake products. J Food Measure. 2021;15(5):3973-84.
<https://doi.org/10.1007/s11694-021-00961-3>

19. Braga-Souto RN, Teixeira MG, Borges LA, Oliveira MLP, Soares JF, Paiva CL et al. Improvement of sensorial and technological characteristics of chocolate cakes with buriti fruit by-product. *J Food Process Preserv.* 2022;46:e16557.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.16557>
20. Quiles A, Llorca E, Schmidt C, Reißner AM, Struck S, Rohm H et al. Use of berry pomace to replace flour, fat or sugar in cakes. *Int J Food Sci Technol.* 2018;53(6):1579-87.
<https://doi.org/10.1111/ijfs.13765>
21. Karp S, Wyrwicz J, Kurek MA. The impact of different levels of oat β -glucan and water on gluten-free cake rheology and physicochemical characterisation. *J Food Sci Technol.* 2020;57(10):3628-38.
<https://doi.org/10.1007/s13197-020-04395-5>
22. Wyrwicz J, Karp S, Kurek MA, Moczowska-Wyrwicz M. Evaluation of modified atmosphere packaging in combination with active packaging to increase shelf life of high-in beta-glucan gluten free cake. *Foods.* 2022;11:872.
<https://doi.org/10.3390/foods11060872>
23. Campos CGP, Mendoza ADS, Rinaldi ECA, Skupien SV. Doença celíaca e o conhecimento dos profissionais de saúde da atenção primária. *Rev Saúde Públ.* 2018;1(2):54-62.
<https://doi.org/10.32811/25954482-2018v1n2p54>
24. Lebowhl B, Rubio-Tapia A. Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. *Gastroenterology.* 2021;160(1):63-75.
<https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.06.098>
25. Ludvigsson JF, Murray JA. Epidemiology of celiac disease. *Gastroenterol Clin N Am.* 2019;48(1):1-18.
<https://doi.org/10.1016/j.gtc.2018.09.004>
26. George JBE, Aideyan B, Yates K, Voorhees KN, O'Flynn J, Sweet K et al. Gluten-induced neurocognitive impairment: Results of a nationwide study. *J Clin Gastroenterol.* 2022;56(7):584-91.
<https://doi.org/10.1097/MCG.0000000000001561>
27. Mir SA, Bosco SJD, Shah MA. Technological and nutritional properties of gluten-free snacks based on brown rice and chestnut flour. *J Saudi Soc Agric Sci.* 2019;18(1):89-94.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2017.02.002>
28. Borges A, Fonseca C, Carreira F, Rodrigues I, Henriques M, Veloso ACA et al. Valorisation of frozen chestnut by-products: technological challenges for the production of gluten-free flour. *J Food Meas Charact.* 2019;13(1):864-73.
<https://doi.org/10.1007/s11694-018-9999-6>

29. Namir M, Rabie MA, Rabie NA. Physicochemical, pasting, and sensory characteristics of antioxidant dietary fiber gluten-free donut made from cantaloupe by-products. Food Measure. 2021;15(6):5445-59. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01106-2>
30. Ramos SA, Pereira RD, Andressa I, Schmiele M, Amaral TN. Desenvolvimento de *cookies* com coprodutos de frutas. Res Soc Dev. 2020;9(10):e5799108918. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8918>
31. Pathare PB, Opara UL, Al-Said FAJ. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review, food bioproc tech. 2013;6(1):36-60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
32. American Association of Cereal Chemists – AACC. Cereals & Grains Association. AACC Approved Methods of Analysis. Method 10-05.01 Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. 11th ed. St. Paul (MN): The Association; 2010. [acesso 2023 Jan 10]. Disponível em: <https://www.cerealsgrains.org/resources/Methods/Pages/10BakingQuality.aspx>
33. AOAC International. Official Methods of Analysis. Methods AOAC 925.45b (Loss on drying (moisture) in sugars), AOAC 920.39 (Fat (crude) or ether extract in animal feed), AOAC 991.43 (Total, soluble, and insoluble dietary fibre). 21 ed. USA: AOAC INTERNATIONAL; 2018.
34. Civille GV, Carr BT. Sensory evaluation techniques. 5th ed. 630 p. CRC Press. Flórida: Boca Raton; 2015. <https://doi.org/10.1201/b19493>
35. Dutcosky SD. Análise Sensorial de Alimentos. 3 ed. Curitiba: Champagnat; 2011.
36. Azmoon E, Saberi F, Kouhsari F, Akbari M, Kieliszek M, Vakilinezam A. The effects of hydrocolloids-protein mixture as a fat replacer on physicochemical characteristics of sugar-free muffin cake: Modeling and optimization. Foods. 2021;10:1549. <https://doi.org/10.3390/foods10071549>
37. Erkel A, Ávila CA, Romeiro MM, Santos EF, Sarmiento UC, Novello D. Utilização da farinha da casca de abacaxi em cookies: Caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. Rev Uniabeu. 2015;8(19):272-88.
38. Lima JP, Portela JVF, Marques LR, Alcântara MA, El-Aouar ÂA. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. Cienc Rural. 2015;45(9):1688-94. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130209>

39. Aydogdu A, Sumnu G, Sahin S. Effects of addition of different fibers on rheological characteristics of cake batter and quality of cakes. *J Food Sci Technol*. 2018;55(2):667-77.
<https://doi.org/10.1007/s13197-017-2976-y>
40. Diez-Sánchez E, Llorca E, Quiles A, Hernando I. Using different fibers to replace fat in sponge cakes: In vitro starch digestion and physico-structural studies. *Food Sci Technol Int*. 2018;24(6):533-43.
<https://doi.org/10.1177/1082013218771412>
41. Nawrocka A, Krekora M, Niewiadomski Z, Szymańska-Chargot M, Krawęcka A, Sobota A et al. Effect of moisturizing pre-treatment of dietary fibre preparations on formation of gluten network during model dough mixing – A study with application of FT-IR and FT-Raman spectroscopy. *LWT – Food Sci Technol*. 2020;121:108959.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108959>
42. Huang YL, Ma YS. Optimization of the extrusion process for preparation of soluble dietary fiber-enriched calamondin pomace and its influence on the properties of bread. *J Food Sci Technol*. 2019;56(12):5444-53.
<https://doi.org/10.1007/s13197-019-04015-x>
43. Tuna Ağırbaş HE, Yavuz-Düzgün M, Özçelik B. Valorization of fruit seed flours: rheological characteristics of composite dough and cake quality. *Food Measure*. 2022;16(4):3117-29.
<https://doi.org/10.1007/s11694-022-01423-0>
44. Das PC, Khan MJ, Rahman MS, Majumder S, Islam MN. Comparison of the physico-chemical and functional properties of mango kernel flour with wheat flour and development of mango kernel flour based composite cakes. *NFS J*. 2019;17:1-7.
<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.10.001>
45. Feng W, Zhang H, Wang R, Zhou X, Wang T. Modifying the internal structures of steamed rice cakes by emulsifiers for promoted textural and sensory properties. *Food Chem*. 2021;354:129469.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129469>
46. Nooshkam M, Varidi M, Bashash M. The Maillard reaction products as food-born antioxidant and antibrowning agents in model and real food systems. *Food Chem*. 2019;275:644-60.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.083>
47. Kutzli I, Weiss J, Gibis M. Glycation of plant proteins via Maillard reaction: Reaction chemistry, technofunctional properties, and potential food application. *Foods*. 2021;10:376.
<https://doi.org/10.3390/foods10020376>

48. Somjai C, Siriwoharn T, Kulprachakarn K, Chaipoot S, Phongphisutthinant R, Wiriyaicharee P. Utilization of Maillard reaction in moist-dry-heating system to enhance physicochemical and antioxidative properties of dried whole longan fruit. Heliyon. 2021;7(5):e07094. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07094>
- 49 Mokrzycki W, Tatol M. Color difference Delta E-A survey Colour difference ΔE -A survey [Internet]. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/236023905_Color_difference_Delta_E_-_A_survey#fullTextFileContent
50. Kırbaş Z, Kumcuoglu S, Tavman S. Effects of apple, orange and carrot pomace powders on gluten-free batter rheology and cake properties. J Food Sci Technol. 2019;56(2):914-26. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-03554-z>