

Caracterização Físico-Química de Muffins com Farinha de Semente de Abóbora

Physical-Chemical Characterization of Muffins with Pumpkin Seed Flour

Carina Oliveira Lourenço^a; Thalita Caroline Silva Brigagão^a; Rafael Ribeiro Forte^a; Bianca Sarzi de Souza^a; José Antonio Dias Garcia^a; Aline Manke Nachtigall^a; Brígida Monteiro Vilas Boas^{*a}

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais. MG, Brasil.

*E-mail: brigida.monteiro@ifsuldeminas.edu.br

Resumo

O aproveitamento de semente de abóbora, na forma de farinha, é uma alternativa para enriquecer os produtos de panificação. Assim, o objetivo do trabalho foi elaborar muffins livres de glúten com substituição parcial da farinha de arroz por 0%, 10%, 20%, 30% e 40% de farinha de semente de abóbora (FSA) e avaliar suas características físicas e químicas. A farinha de semente de abóbora se destacou pelo alto teor de cinzas e fibras em relação à farinha de arroz, sendo importante como ingrediente em formulações. Não houve diferença entre os muffins quanto à atividade de água, umidade, rendimento e perda de massa, contudo os teores de cinzas e fibras aumentaram com a adição da farinha de semente de abóbora. Apesar do escurecimento da crosta e do miolo e do aumento da diferença de cor, os muffins não apresentaram mudança de tonalidade na parte externa e apresentaram coloração menos intensa. Muffins com maiores concentrações de farinha de semente de abóbora apresentaram maior elasticidade em relação ao controle. É possível substituir farinha de arroz por até 40% de farinha de semente de abóbora na elaboração de muffins livres de glúten, sem comprometer as características físicas e químicas, proporcionando um produto de qualidade nutricional, que também atenda às necessidades celiacas e às pessoas que querem excluir o glúten da dieta.

Palavras-chave: Doença Celiaca. Bolo. Co-produto. Fibra. Cor.

Abstract

The use of pumpkin seed flour (PSF) is an alternative to enrich bakery products. Thus, the objective of this work was to elaborate gluten-free muffins with partial replacement of rice flour by 0%, 10%, 20%, 30% and 40% of PSF and to evaluate their physical and chemical characteristics. PSF had a high ash and fiber content compared to rice flour, being important as an ingredient in formulations. There was no difference between the muffins in terms of water activity, moisture, yield and mass loss, however the ash and fiber contents increased with the addition of PSF. Despite the darkening of the crust and crumb and the increase in color difference, the muffins did not show a change in the hue angle in the crust and showed a less intense coloration. Muffins with higher concentrations of PSF showed greater elasticity compared to the control. It is possible to substitute rice flour for up to 40% of PSF in the preparation of gluten-free muffins, without compromising the physical and chemical characteristics, providing a product of nutritional quality, which also meets the needs of celiacs and people who want to exclude gluten from their diet.

Keywords: Celiac Disease. Cake. Co-product. Fiber. Color.

1 Introdução

O aproveitamento integral de alimentos consiste em utilizar partes que eram descartadas, como cascas e sementes, e incluí-las na alimentação humana, sendo uma das alternativas para se evitar o desperdício, considerando a importância econômica, nutricional e ambiental. O aproveitamento possibilita a criação e incrementação de formulações e enriquece nutricionalmente a dieta, proporcionando mais fibras, vitaminas e sais minerais. Todavia, grandes quantidades de cascas e sementes são geradas e normalmente, descartadas de forma inadequada, causando problemas sanitários e ambientais (Larrosa; Otero, 2021; Storck et al., 2013).

O descarte de co-produtos de frutas e hortaliças tem chamado a atenção de diversos setores em todo o Mundo, não só pela preocupação com os impactos ambientais, mas

também pela quantidade de nutrientes e compostos bioativos encontrados nessas partes não comestíveis. Esses co-produtos ainda possuem grande potencial tecnológico, pois podem ser processados e transformados em produtos com valor agregado. A forma mais comum de incorporá-los aos alimentos é como farinha. As operações de secagem permitem que os resíduos mantenham maior concentração de nutrientes, menor suscetibilidade ao ataque de micro-organismos em função da baixa umidade, menores volumes de armazenamento e maior vida útil (Larrosa; Otero, 2021).

Entre as indústrias que geram resíduos agroindustriais, pode-se citar as processadoras de abóboras. O processamento por parte de indústrias que comercializam a abóbora gera elevada quantidade de resíduos, representados pelos talos, cascas, fiapos e sementes, que, sem aplicação viável, acabam sendo descartados diretamente no meio ambiente (Silva et

al., 2014b). As sementes de abóboras são resíduos ricos em proteínas, lipídios e fibras, além de possuírem compostos bioativos, tais como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, carotenoides e compostos fenólicos (Veronezi; Jorge, 2012).

Segundo Anjos et al. (2017), a farinha de semente de abóbora demonstra ser uma boa alternativa para aplicação em produtos de panificação, pois melhora a qualidade nutricional dos produtos, resultante do aumento nos teores de lipídios, proteínas e fibras, além de apresentar boa aceitação e intenção de compra.

Além dos benefícios nutricionais, a farinha de semente de abóbora não possui glúten, o que proporciona aos celíacos uma gama de produtos para serem inseridos na sua alimentação. A Doença Celíaca é uma enteropatia, desencadeada em indivíduos geneticamente predispostos e causada pela ingestão de glúten, frações proteicas presentes no trigo, centeio, cevada, aveia e em seus derivados (Lemes et al., 2019). A sua ingestão provoca atrofia das vilosidades intestinais, diminuindo a superfície de absorção e ocasionando assim diarreia, esteatorreia ou constipação. O tratamento desta doença consiste em realizar uma dieta isenta de glúten, o que representa uma dificuldade aos consumidores no momento da compra dos alimentos. Os celíacos relatam que a dieta se torna monótona, o fornecimento de alimentos sensorialmente apropriados é restrito e são normalmente de alto custo (Araújo et al., 2010; Ferreira et al., 2009).

A maioria dos produtos alimentícios livres de glúten no mercado é rico em amido, mas pobre em termos de outros nutrientes, ingredientes funcionais e benéficos para a saúde. A ingestão limitada de fibra alimentar na dieta livre de glúten juntamente com outros nutrientes deficientes é a principal preocupação para os celíacos, pois a farinha de trigo é substituída por farinha de arroz e amidos disponíveis comercialmente, o que resulta em menor ingestão de fibra alimentar (Arslan et al., 2019; Türker; Savlak; Kasikcik, 2016). A única forma dos intolerantes não ingerirem o glúten é através de dietas. Mesmo com todas as informações e variedades de produtos ofertados a este grupo de pessoas, ainda assim, a dieta é restritiva (Lemes et al., 2019).

Os muffins são amplamente consumidos e se caracterizam pela textura macia e sabor adocicado. Os muffins são produtos populares entre os consumidores e veículos potenciais para fornecer ingredientes nutricionais e funcionais (Mdluli et al., 2024). O uso de farinha de semente de abóbora é uma forma de enriquecer bolos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver muffins livres de glúten, utilizando diferentes concentrações (0, 10, 20, 30 e 40 %) de farinha de semente de abóbora em substituição parcial à farinha de arroz e avaliar as características químicas e físicas, proporcionando o aproveitamento de semente de abóbora, um produto diferenciado, de fácil preparo e que atende, especificamente, os consumidores celíacos.

2 Material e Métodos

2.1 Obtenção da farinha de sementes de abóbora

As sementes da abóbora madura (*Cucurbita moschata*) da cultivar Menina Brasileira foram lavadas em água corrente e então higienizadas em solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L. Para a obtenção da farinha, as sementes foram tostadas, por 15 min (Brigagão et al., 2021). Após resfriarem, foram trituradas em moinho multiuso marca Tecnal e armazenadas em potes de vidro hermeticamente fechados.

2.2 Preparo dos muffins

Cinco formulações de muffins contendo diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora, sendo 0% (controle), 10%, 20%, 30% e 40% em relação ao total de farinha da formulação foram preparadas, mantendo-se fixas as quantidades dos demais ingredientes (Quadro 1).

Quadro 1 - Porcentagem de ingredientes utilizados para o preparo dos muffins elaborados com substituição parcial da farinha de arroz por farinha de semente de abóbora

Ingredientes	Concentração de Farinha de Semente de Abóbora				
	0% (Controle)	10%	20%	30%	40%
Farinha de arroz	28,41	25,57	22,73	19,89	17,05
Farinha de semente de abóbora	0	2,84	5,68	8,52	11,36
Açúcar cristal	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
Gema de ovo	15,63	15,63	15,63	15,63	15,63
Clara de ovo	8,52	8,52	8,52	8,52	8,52
Leite integral	14,20	14,20	14,20	14,20	14,20
Óleo de soja	9,94	9,94	9,94	9,94	9,94
Fermento em pó químico	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57

Fonte: dados da pesquisa.

As formulações foram elaboradas de acordo com a metodologia de Santos e Boêno (2016), com algumas modificações. A massa foi elaborada em batedeira planetária, adicionado as claras, o açúcar, a gema e metade do leite. Logo após, foi acrescentado as farinhas nas proporções estabelecidas no Quadro 1, o restante do leite e óleo, e o fermento. Cerca de 15 g de massa foram colocadas em forminhas de alumínio de 2,0 cm de altura e 5,7 cm de diâmetro, e assadas em forno industrial a 170 °C por 15 min.

2.3 Análises químicas e físicas das farinhas e muffins

A atividade de água foi obtida por leitura direta da amostra no medidor de atividade de água da marca Aqualab; o teor de umidade (g/100 g), realizado em estufa marca Solab a 105 °C até massa constante; o teor de cinzas (g/100 g) por incineração da amostra em forno mufla a 550 °C (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O teor de fibras (g/100 g), quantificado por hidrólise ácida, utilizando os ácidos acético, tricloroacético e nítrico (Van de Kamer; Van Ginkel, 1952).

A massa (g) foi determinada antes e após o assamento fazendo uso de balança. O rendimento em massa foi calculado pela razão entre a massa assada e a massa crua. A perda de massa no assamento foi determinada pela Equação 1:

$$\text{Perda de massa} = (\text{massa crua} - \text{massa assada}) \times 100 / \text{massa crua} \quad (1)$$

A cor das farinhas e dos muffins (crosta e miolo) foi avaliada em duplicata, utilizando colorímetro da marca Minolta, com iluminante D₆₅, ângulo de observação de 2° e no sistema de cor CIEL*a*b*. Os parâmetros determinados foram valor L*, ângulo hue, croma e diferença de cor (Minolta, 1998).

A firmeza (g) e a elasticidade (%) dos muffins foram avaliadas, utilizando o texturômetro marca Stable Microsystems Ltda. A velocidade do teste foi de 1,0 mm/s e a do pós-teste foi de 10 mm/s, utilizando probe cilíndrico P/36R para realizar a compressão dos muffins a uma distância de 8 mm e tempo de 30 s.

2.4 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos compostos por cinco formulações, com quatro repetições.

A análise estatística dos dados foi realizada com o auxílio do software Sisvar (Ferreira, 2011).

3 Resultados e Discussão

3.1 Avaliação das farinhas de arroz e de semente de abóbora

A farinha de semente de abóbora apresentou maior atividade de água (0,61) e menor umidade (2,82%) do que a farinha de arroz (Quadro 2), demonstrando que apesar de possuir menor quantidade de água total, essa apresentou mais água livre. Alves et al. (2012) encontraram atividade de água de 0,6824 para farinha de semente de abóbora kabutiá torrada, valor próximo ao observado neste estudo.

Quadro 2 - Valores médios e desvios padrões de atividade de água, umidade, cinzas e fibras das farinhas de arroz e de semente de abóbora

Farinhas	Atividade de água	Umidade (g/100 g)	Cinzas (g/100 g)	Fibras (g/100 g)
Arroz	0,54±0,00 b	9,77±0,17 a	0,57±0,00 b	0,98±1,01 b
Semente de abóbora	0,61±0,01 a	2,82±1,05 b	4,10±0,03 a	28,82±2,68 a

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey (P<0,05)

Fonte: dados da pesquisa.

As farinhas de arroz e de semente de abóbora apresentaram teor de umidade de 9,77% e 2,82%, respectivamente, dentro dos padrões delimitados pela legislação brasileira, que preconiza o máximo de 15% de umidade em farinhas, amido de cereais e farelos (Brasil, 2005). Fortes et al. (2020) também observaram que a farinha de semente de abóbora apresentou menor teor de umidade (4,11%) em comparação

com a farinha de arroz (7,95%). De acordo com Queiroz et al. (2015), os baixos teores de umidade das farinhas promoveram sua conservação, impedindo o desenvolvimento microbiano e reações químicas e enzimáticas que causam alterações indesejáveis.

A farinha de semente de abóbora se destacou pelo alto teor de cinzas e fibras em relação à farinha de arroz (Quadro 2). Jacinto et al. (2020) encontraram teor de umidade e cinzas de 3,0% e 5,2% para farinha de semente de abóbora, respectivamente, valores próximos aos observados no presente trabalho.

De acordo com a Resolução RDC n°54/2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), essa farinha pode ser considerada com alto conteúdo de fibra como estabelecido pela legislação (Brasil, 2012).

Silva et al. (2015) avaliaram a farinha de semente de abóbora e encontraram valores condizentes de cinzas (3,80 ± 0,034 g/100 g em base seca) e fibras (32,95 ± 0,38 g/100 g em base seca). Cerqueira et al. (2008) observaram teores de fibras de 29,49% e Fortes et al. (2020) verificaram teores de fibra solúvel e insolúvel de 3,51% e 21,84%, respectivamente, valores próximos ao encontrado no presente estudo. Segundo Silva et al. (2014b), a farinha de semente de abóbora apresentou teores de fibra alimentar solúvel e insolúvel de 1,15 g/100 g matéria seca e 30,48 g/100 g matéria seca, respectivamente, o que evidencia como uma boa fonte de prebióticos, que trazem benefícios à saúde humana.

Borges, Bonilha e Mancini (2006) avaliaram a composição química da farinha de semente de abóbora in natura, secas a 60 °C e a 70 °C e obtiveram teores de cinzas de 4,37 g/100 g em base seca, 4,55 g/100 g em base seca e 4,71 g/100 g em base seca, respectivamente, os quais se aproximam dos valores determinados nesta pesquisa.

Por apresentar nutrientes benéficos à saúde, a farinha de semente de abóbora demonstra ser uma excelente matéria-prima para agregar valor nutricional aos alimentos. Comparando com outras farinhas produzidas a partir de resíduos agroindustriais, a farinha de semente de abóbora apresentou maiores teores de fibras do que as farinhas de semente de mamão de cultivares Havai (8,78±0,11 g/100 g) e Calimosa (7,75±0,12 g/100 g) (Santos et al., 2014), farinha de semente de jaca (3,53±0,71%) (Eke-Ejiofor; Beleya; Onyenora, 2014) e farinha de semente de abacate (4,91%) (Mahawan et al., 2015).

A farinha de semente de abóbora apresentou coloração mais escura que a farinha de arroz, evidenciada pelo menor valor L* (64,91) (Quadro 3). Costa et al. (2018) encontraram maior valor L* para farinha de semente de abóbora com casca (71,93±3,63) e sem casca (71,33±1,87). Já a farinha de arroz demonstrou ser mais clara, obtendo valor L* igual 93,96, próximo de 100, correspondente à coloração branca.

Quadro 3 - Valores médios e desvios padrões de L*, ângulo hue, croma e diferença de cor (ΔE^*) das farinhas de arroz e de semente de abóbora

Farinhas	Valor L*	Ângulo hue	Croma	Diferença de cor (ΔE^*)
Arroz	93,96±0,57 a	92,46±0,20 a	6,40±0,03 b	-
Semente de abóbora	64,91±0,04 b	85,28±0,43 b	24,53±0,17 a	34,28

Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo Teste Tukey ($P < 0,05$)

Fonte: dados da pesquisa.

A tonalidade ou ângulo hue é expresso em ângulos e inicia em 0° correspondente a cor vermelha, 90° a amarela, 180° a verde e 270° a azul. A farinha de semente de abóbora exibiu menor ângulo hue (85,28°) que a farinha de arroz (92,46°), mas ambas aproximaram da cor amarela (90°). Já a farinha de arroz, por sua vez, obteve menor croma (6,40±0,03), ou seja, uma coloração menos intensa que a farinha de semente de abóbora. Fortes et al. (2020) encontraram valor L* de 59,49, ângulo hue de 82,90 e croma de 28,04 para a farinha de semente de abóbora, já Costa et al. (2018) obtiveram valores de croma para farinha de semente de abóbora ligeiramente inferiores ao encontrado nessa pesquisa. Conforme Fortes et al. (2020), a farinha de arroz também apresentou valor de ângulo hue de 93,19, próximo ao ângulo de 90° (cor amarela) e menor valor de croma (5,50), ou seja, menor intensidade de cor.

O ΔE^* expressa o quão é diferente a cor entre duas amostras e revela se o consumidor perceberá ou não essa diferença. As farinhas apresentaram diferença de cor (ΔE^*) de 34,28, sendo maior que 3,0 (Martínez-Cervera et al., 2012), em que é visível para o consumidor a percepção de duas cores diferentes, o que foi comprovado também nos resultados de L*, ângulo hue e croma.

3.2 Avaliação dos muffins

Em relação aos muffins, não houve diferença estatística na atividade de água entre as formulações, apresentando média de 0,8152. A adição de farinha de semente de abóbora também não afetou a atividade de água de barras de cereais (Silva et al., 2014a) e de pães (Costa et al., 2018), mesmo comportamento observado no presente trabalho.

Apesar da diferença de umidade das farinhas de arroz e de semente de abóbora (2,82% e 9,77%), não foi encontrada diferença de umidade entre as diferentes formulações dos muffins, que apresentaram teor médio de 15,70%. Valor próximo ao encontrado por Brigagão et al. (2021) em muffins elaborados com farinha de semente de abóbora.

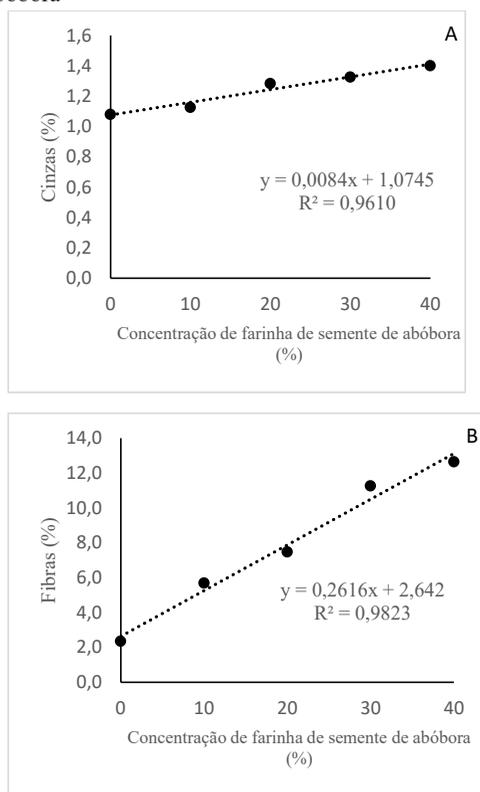
Valores aproximados de umidade também foram encontrados por Santos e Boêno (2016) ao avaliarem muffins elaborados com farinha de arroz e adicionados de 10%, 20% e 30% de resíduo de polpa de graviola, obtendo 14,48%, 14,82% e 14,90%, respectivamente. Batista et al. (2018) não

constatarem diferença no teor de umidade do cupcake controle (somente farinha de trigo) e cupcakes com 25% e 75% de farinha de semente de abóbora, obtendo média de 22,33%.

Embora a farinha de semente de abóbora tenha elevado teor de fibras, observou-se que o aumento da sua substituição não provocou retenção de água dos muffins, sendo possível assim a adição de até 40% de farinha de semente de abóbora sem comprometer os parâmetros de atividade de água e umidade.

Houve diferença nos teores de cinzas dos muffins com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora (Figura 1A).

Figura 1 - Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de cinzas (g/100 g) (A) e fibras (g/100 g) (B) de muffins com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora



Fonte: dados da pesquisa.

O aumento da proporção da farinha de semente determinou maiores teores de cinzas nos muffins (Figura 1A), o que pode ser explicado pelo maior teor de cinzas (4,10%) dessa farinha quando comparada à de arroz (0,57%) (Quadro 2). Tal comportamento está de acordo com Bitencourt et al. (2014), em que os bolos com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora apresentaram valores maiores de cinzas quando comparados ao bolo elaborado com farinha de trigo. Os teores de cinzas variaram de 1,06±0,02% a 1,49±0,04%, para os bolos com 0% e 30% de farinha de semente de abóbora, respectivamente, conforme o observado no presente trabalho. Kanwal et al. (2015) também encontraram maiores teores de cinzas em biscoitos com maior concentração de farinha de semente de abóbora. Moura et al. (2010) atribuíram a elevada quantidade de cinzas em cookies com diferentes

frações de semente de abóbora, ao alto teor de minerais presentes na semente.

Um maior teor de fibras dos muffins foi observado à medida que a concentração de farinha de semente de abóbora aumentou (Figura 1B), como já esperado em função do teor de fibra (Quadro 2). Segundo a Resolução RDC n°54/2012 da ANVISA, para um produto ser considerado alto conteúdo de fibra, esse deve apresentar, no mínimo, 6 g de fibras/100 g (Brasil, 2012). Portanto, os muffins com 20%, 30% e 40% de adição de farinha de semente podem ser considerados fontes de fibra, apresentando 7,47%, 11,25% e 12,64% de fibras, respectivamente.

A adição da farinha de semente de abóbora também proporcionou o aumento do teor de fibras em muffins em substituição à farinha de trigo (Bialek et al., 2016), barras de cereais (Silva et al., 2014a), pães sem glúten (Anjos et al., 2017) e bolos (Bitencourt et al., 2014), proporcionando o enriquecimento nutricional desses produtos.

Mdluli et al. (2024) observaram que o efeito da adição de farinha de semente de abóbora foi mais pronunciado no teor de fibras dos muffins em relação as farinhas de trigo e sorgo, indicando o potencial da farinha de semente de abóbora na formulação de produtos ricos em fibras.

Silva et al. (2015) ao analisarem biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de semente de abóbora, notaram que os maiores percentuais de adição dessa última, também proporcionou maior concentração de cinzas e fibras no produto estudado. Os biscoitos com 0% de farinha de semente de abóbora apresentaram 1,75% de cinzas e 4,08% de fibras, enquanto os que possuíam 100% apresentaram 3,64% de cinzas e 33,82% de fibras.

A melhoria das características nutricionais analisadas nos muffins demonstrou a importância da incorporação de farinha de semente de abóbora nesse produto, proporcionando uma alternativa de utilização de um ingrediente que seria descartado por indústrias e consumidores.

O cozimento dos muffins provocou perda de umidade e, conseqüentemente, a redução da massa (Quadro 4). Entretanto, não foi encontrada diferença no rendimento dos muffins e perda de massa, que obtiveram média de 0,82 e 17,98%, respectivamente. Tal comportamento pode ser atribuído aos teores de atividade de água e umidade que também não foram influenciados pela adição de farinha de semente de abóbora. Bitencourt et al. (2014) observaram perdas de peso de 19,44 g, 18,53 g, 18,63 g e 17,80 g em bolos com 0%, 7,5%, 15% e 30% de farinha de semente de abóbora, respectivamente. Já muffins adicionados de 25%, 50%, 75% e 100% de polidextrose e sucralose apresentaram menor perda (13%) (Martínez-Cervera et al., 2012).

Quadro 4 - Valores médios da massa (g) crua e assada, rendimento em massa e perda de massa (%) de muffins elaborados com diferentes concentrações de semente de abóbora

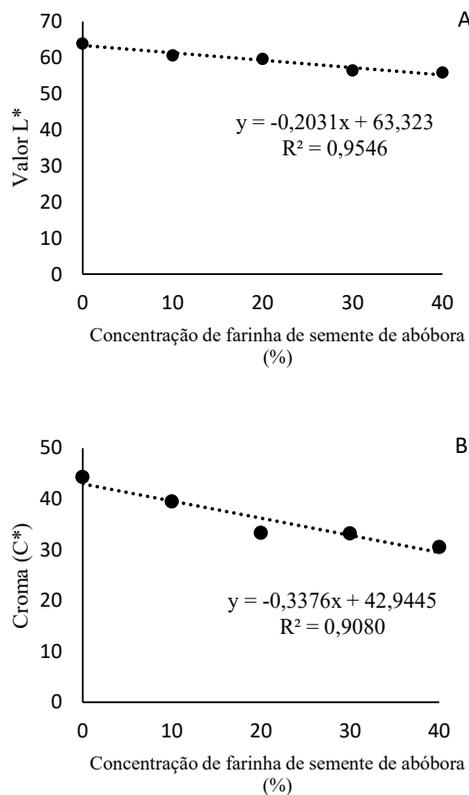
Concentração de Farinha de Semente de Abóbora	Massa Crua	Massa Assada	Rendimento em Massa	Perda de Massa
0% (controle)	14,99	12,28	0,82	18,03
10%	15,01	12,45	0,83	17,07
20%	15,12	12,41	0,82	17,91
30%	14,97	12,36	0,83	17,42
40%	15,32	12,37	0,81	19,43

Fonte: dados da pesquisa.

Rendimento entre 0,72 e 0,84, similar ao presente estudo, foi obtido por Souza et al. (2013) em bolos formulados com diferentes níveis (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) de substituição da farinha de arroz por farinha da casca de mandioca.

Quanto às análises de cor dos muffins, a crosta apresentou diferença para o valor L* e croma. A redução do valor L* demonstrou um escurecimento da crosta à medida que foram utilizadas maiores concentrações de farinha de semente de abóbora (Figura 2A). Batista et al. (2018) também observaram redução do valor L* da crosta dos cupcakes, à medida que aumentou a quantidade de farinha de semente de abóbora em substituição à farinha de trigo.

Figura 2 - Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de L* (A) e croma (B) da crosta de muffins com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora



Fonte: dados da pesquisa.

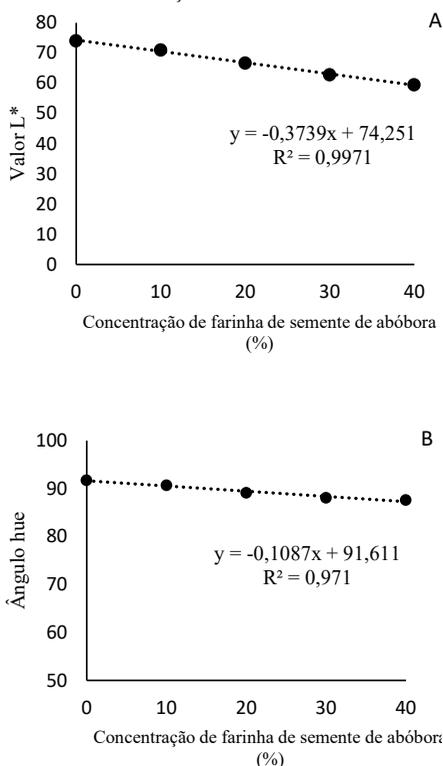
A crosta dos muffins apresentou escurecimento com o aumento da substituição de farinha, mas não perdeu a sua

coloração amarelada (90°), obtendo uma média de **ângulo hue** de 72,28°. Valor próximo ao encontrado por Batista et al. (2018) em cupcakes com farinha de semente de abóbora e farinha de trigo.

O aumento da substituição também refletiu na queda da cromaticidade, parâmetro associado à pureza da cor, ou seja, houve uma redução na intensidade da coloração da crosta (Figura 2B), sugerindo que a cor dos bolos está diretamente ligada à quantidade de farinha de semente de abóbora utilizada, uma vez que essa possui valor L* (64,91) menor que a farinha de arroz (93,96). Batista et al. (2018) observaram o mesmo comportamento ao substituir farinha de trigo por farinha de semente de abóbora em cupcakes, em que os valores de croma reduziram com a adição da farinha de semente de abóbora. O valor L*, ângulo hue e croma do produto final depende, portanto da coloração da casca, semente ou polpa de frutos que se utiliza para produzir a farinha.

Ao avaliar a coloração do miolo dos muffins foi observada diferença para os parâmetros valor L*, ângulo hue e croma, confirmando a modificação da cor provocada pela adição da farinha de semente de abóbora. A redução do valor L*, tanto na crosta (Figura 2A) quanto no miolo (Figura 3A), indicou que muffins com maiores teores de farinha ficaram mais escuros, uma vez que a farinha de semente de abóbora também obteve menor L*. Em razão da sua coloração, a farinha de semente de abóbora também provocou escurecimento em biscoitos tipo “cookie” estudados por Moura et al. (2010) e no miolo de bolos avaliados por Bitencourt et al. (2014).

Figura 3 - Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de L* (A) e ângulo hue (B) do miolo de muffins com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora



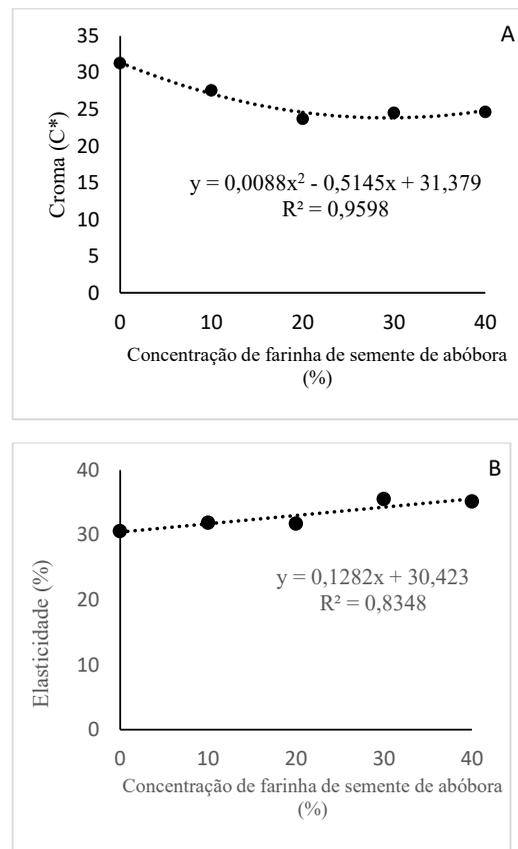
Fonte: dados da pesquisa

Uma redução do ângulo hue dos muffins (Figura 3B) foi verificada, uma vez que esta farinha apresentou menor ângulo hue (85,28°) comparada com a de arroz (92,46°).

A redução da cromaticidade do miolo ocorreu proporcionalmente ao aumento da concentração de farinha, evidenciando assim queda na intensidade da cor do mesmo (Figura 4A). O mesmo comportamento foi encontrado por Andrade et al. (2015) ao substituir a farinha de trigo por farinha desmucilada de taro (0%, 10%, 15% e 20%) em bolos, em que também houve redução na intensidade da cor.

Goswami et al. (2015) observaram redução no croma e ângulo hue do miolo de muffins à medida que aumentava a substituição da farinha de trigo por farinha de painço (*Echinochloa frumentacea*). Estes autores encontraram variações de croma entre 30,63 e 27,97 e ângulo hue entre 86,06° e 80,29°, revelando a perda da cor amarela do miolo.

Figura 4 - Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de croma do miolo (A) e elasticidade (%) (B) de muffins com diferentes concentrações de farinha de semente de abóbora



Fonte: dados da pesquisa.

Os resultados da diferença de cor (ΔE^*) da crosta e miolo apontaram o efeito da adição de farinha de semente de abóbora nos muffins. As quatro formulações que continham farinha de semente de abóbora diferenciaram da formulação controle e quanto maior a substituição da farinha, maior foi a diferença de cor detectada na crosta e miolo (Quadro 5). A diferença de cor em relação à formulação controle só é observada pelos consumidores a partir de 20% de adição de farinha de

semente de abóbora, na crosta e miolo, visto ser maior que 3,0, onde é visível para o consumidor a percepção de duas cores diferentes (Martínez-Cervera et al., 2012). Enquanto, os muffins com 10% de substituição não apresentam diferença de cor perceptível.

Quadro 5 - Diferença de cor total (ΔE^*) da crosta e miolo de muffins elaborados com diferentes concentrações de semente de abóbora

Concentração de Farinha de Semente de Abóbora	ΔE^* Crosta	ΔE^* Miolo
0% (controle)	-	-
10%	2,43	2,19
20%	3,44	3,26
30%	3,66	3,64
40%	4,00	4,02

Fonte: dados da pesquisa.

Os muffins apresentaram diferença no percentual de elasticidade, que teve aumento linear à medida que a concentração de farinha de semente de abóbora aumentou (Figura 4B). A formulação controle (sem farinha de semente de abóbora) obteve média de 30,42% de elasticidade, enquanto os muffins com 40% de farinha de semente apresentaram 35,55%. Brigagão et al. (2021) observaram que a adição de farinha de casca de banana e farinha de semente de abóbora aumentou a elasticidade dos muffins.

Valores relativamente maiores (média de 41,91%) foram obtidos por Andrade et al. (2015) em bolos elaborados com diferentes concentrações (0%, 5%, 10%, 15% e 20%) de farinha desmucilada de taro em substituição à farinha de trigo.

Segundo Sanz et al. (2009), a elasticidade é um atributo muito importante na qualidade dos muffins e revela a capacidade da amostra recuperar sua altura após a compressão, estando associado a um produto fresco e aerado.

Os produtos de panificação livres de glúten, normalmente, têm sua textura afetada em função da ausência das proteínas do trigo que formam sua estrutura. Todavia, o aumento da elasticidade do presente estudo revelou que a adição de farinha de semente de abóbora favoreceu a textura do produto, proporcionando muffins mais elásticos e macios, utilizando ingredientes básicos.

O aumento da elasticidade também foi observado por Schamne, Dutcosky e Demiate (2010) ao adicionar amido de milho em muffins. As formulações com 50% de farinha de arroz e 50% de amido de mandioca apresentaram 48,48% de elasticidade, enquanto as com 20% de farinha de arroz, 30% de amido de mandioca e 50% de amido de milho 54,84% de elasticidade. Batista et al. (2018) justificaram a elevação da elasticidade de cupcakes à composição da farinha de semente de abóbora, que proporcionou aumento de proteínas na massa, melhorando a elasticidade do produto.

4 Conclusão

É possível substituir a farinha de arroz por até 40% de farinha de semente de abóbora na elaboração de muffins,

sem comprometer as características químicas e físicas, e proporcionando um produto com qualidade nutricional, que também atenda às necessidades celíacas e das pessoas que querem excluir o glúten da dieta.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

Referências

- ALVES, A.S. et al. Pães elaborados com polpa e farinhas de sementes de abóbora kabutiá (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). *Rev. SPCNA*, v.18, n.3, p.71-78, 2012.
- ANDRADE, L.A. et al. Farinha desmucilada de taro utilizada na elaboração de bolos. *Científica*, v.43, p.203-214, 2015. doi: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n3p203-214>.
- ANJOS, C. N. et al. Desenvolvimento e aceitação de pães sem glúten com farinhas de resíduos de abóbora (*Cucurbita moschata*). *Arq. Ciênc. Saúde*, v.24, p.58-62, 2017. doi: <https://doi.org/10.17696/2318-3691.24.4.2017.870>.
- ARAÚJO, H.M.C. et al. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Rev. Nutr.*, v.23, n.3, p.467-474, 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000300014>
- ARSLAN, M. et al. Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: opportunities and constraints. *Trends Food Sci. Technol.*, v.83, p.194-202, 2019. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.011>.
- BATISTA, J.E.R. et al. Partial replacement of wheat flour by pumpkin seed flour in the production of cupcakes filled with carob. *Food Sci. Technol.*, v.38, p.250-254, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457X.36116>.
- BIALEK, M. et al. Partial replacement of wheat flour with pumpkin seed flour in muffins offered to children. *J. Food*, v.14, n.3, p.391-398, 2016. doi: <https://doi.org/10.1080/19476337.2015.1114529>.
- BITENCOURT, C. et al. Elaboração de bolos enriquecidos com semente de abóbora: avaliação química, física e sensorial. *B. CEPPA*, v.32, p.19-32, 2014. doi: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v32i1.36927>.
- BORGES, S.V.; BONILHA, C.C.; MANCINI, M.C. Sementes de jaca (*Artocarpus integrifolia*) e de abóbora (*Cucurbita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. *Aliment. Nutr.*, v.17, n.3, p.317-321, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 54 de 12 de novembro de 2012. Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília-DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 263 de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União, Brasília-DF
- BRIGAGÃO, T.C.S. et al. Optimization of gluten-free muffins made with pineapple peel, banana peel, and pumpkin seed flours. *J. Food Proc. Preservation*, v.45, n.12, e16037, 2021. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16037>.
- CERQUEIRA, P.M. et al. Efeito da farinha de semente de abóbora

- (Cucurbita maxima, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. *Rev. Nutr.*, v.21, n.2, p.129-136, 2008. doi: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732008000200001>.
- COSTA, L.L. et al. Physicochemical and rheological characterization of pan bread made with pumpkin seed flour. *Int. Food Res. J.*, v.25, n.4, p.1489-1496, 2018.
- EKE-EJIOFOR, J.; BELEYA, E.A.; ONYENORAH, N.I. The effect of processing methods on the functional and compositional properties of jackfruit seed flour. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, v.3, p.166-173, 2014. doi: <https://doi.org/10.11648/j.ijnfs.20140303.15>.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.
- FERREIRA, S.M.R. e tal. Cookies sem glúten a partir da farinha de sorgo. *Arch. Latinoam. Nutr.*, v.59, n.4, p.433-440, 2009.
- FORTES, R.R. et al. Caracterização física e química de farinha de arroz, farinhas de cascas de abacaxi e banana e farinha de sementes de abóbora. *Res. Soc. Develop.*, v.9, n.9, e436997293, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7293>
- GOSWAMI, D. et al. Barnyard millet based muffins: physical, textural and sensory properties. *Food Sci. Technol.*, v.64, n.1, p.374-380, 2015. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.060>
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- JACINTO, G. et al. Effect of potato peel, pumpkin seed, and quinoa flours on sensory and chemical characteristics of gluten-free breads. *Braz. J. Food Technol.*, v.23, e2019169, 2020. doi: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.16919>
- KANWAL, S. et al. Development, physico-chemical and sensory properties of biscuits supplemented with pumpkin seeds to combat childhood malnutrition in Pakistan. *Pakistan J. Agricul. Res.*, v.28, n.4, p.400-405, 2015.
- LARROSA, A.P.Q.; OTERO, D.M. Flour made from fruit by-products: Characteristics, processing conditions, and applications. *J. Food Proc. Preserv.*, e15398, 2021. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15398>
- LEMES, E.O. et al. Pesquisa sobre a intolerância, diagnóstico e alternativas para os pacientes com intolerância ao glúten. *Ens. Ciênc.*, v.23, n.1, p.40-46, 2019. doi: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2019v23n1p40-46>
- MAHAWAN, M.A. et al. Characterization of flour from avocado seed kernel. *Asia Pacific J. Multidisc. Res.*, v.3, p.34-40, 2015.
- MARTÍNEZ-CERVERA, S. et al. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *Food Sci. Technol.*, v.45, n.2, p.213-220, 2012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.001>
- MDLULI, H. et al. Valorisation of pumpkin seeds through wheat-sorghum-pumpkin seed composite flour muffins: optimization using D-optimal mixture design. *Cogent Food Agricul.*, v.10, n.1, 2303833, 2024. doi: <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2303833>
- MINOLTA, K. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Sakai, 1998.
- MOURA, F.A. et al. Biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (Cucurbita maxima). *Aliment. Nutr.*, v.21, n.4, p.579-585, 2010.
- QUEIROZ, E.R. et al. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (Litchi chinensis Sonn) cultivar ‘Bengal’. *Ciênc. Rural*, v.45, n.2, p.329-334, 2015. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140106>
- SANTOS, C.M. et al. Chemical characterization of the flour of peel and seed from two papaya cultivars. *Food Sci. Technol.*, v.34, n.2, p.353-357, 2014. doi: <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0048>
- SANTOS, J.R.; BOÊNO, J.A. Muffins isentos de glúten e lactose desenvolvidos com residuo de polpa de graviola (Annona muricata). *Rev. Agricul. Neotrop.*, v.3, p.42-51, 2016. doi: <https://doi.org/10.32404/rean.v3i3.1207>
- SANZ, T. et al. Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Euro. Food Res. Technol.*, v. 229, n. 2, p.197-204, 2009. doi: <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1040-1>
- SCHAMNE, C.; DUTCOSKY, S. D.; DEMIATE, I. M. Obtention and characterization of gluten-free baked products. *Food Sci. Technol.*, v.30, n.3, p.741-750, 2010. doi: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000300027>
- SILVA, J.B. et al. Biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora como fonte de fibra alimentar. *Rev. Dest. Acad.*, v.7, n.4, p.174-184, 2015.
- SILVA, J.S. et al. Development and chemical and sensory characterization of pumpkin seed flour-based cereal bars. *Food Sci. Technol.*, v.34, n. 2, p. 346-352, 2014a. doi: <https://doi.org/10.1590/fst.2014.0054>
- SILVA, J.S. et al. Chemical constituents of the pumpkin seeds flour. *J. Biotechnol. Biodiversity*, v.5, n.2, p.148-156, 2014b.
- SOUZA, T.A.C. et al. Bolos sem glúten a base de arroz quebrado e casca de mandioca. *Semina Ciênc. Agrár.*, v.34, n.2, p.717-728, 2013. doi: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n2p717>
- STORCK, C.R. et al. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Ciênc. Rural*, v.43, n.3, p.537-543, 2013. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000300027>
- TÜRKER, B.; SAVLAK, N.; KAŞIKCI, M.B. Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Curr. Res. Nutr. Food Sci. J.*, v.4, p.197-204, 2016. doi: <https://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.25>
- VERONEZI, C.M.; JORGE, N. Aproveitamento de sementes de abóbora (Cucurbita sp) como fonte alimentar. *Rev. Bras. Prod. Agroind.*, v.14, n.1, p.113-124, 2012.
- VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereal. *Cereal Chem.*, v.29, p.239-251, 1952.