



# Utilização de ingredientes sucedâneos ao trigo na elaboração de bolos sem glúten

## Substitutes ingredients of wheat for making gluten-free cakes

[RIALA6/1724](#)

Laiz Aparecida Azevedo SILVA<sup>1</sup>, Flávia Vitorino FREITAS<sup>2</sup>, Tamires dos Santos VIEIRA<sup>1</sup>, Wagner Miranda BARBOSA<sup>2</sup>, Erika Madeira Moreira da SILVA<sup>3\*</sup>

\*Endereço para correspondência: <sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Marechal Campos, 1468, Maruípe, Vitória, ES, Brasil, CEP: 29043-900. Tel: 27 3335 7017. E-mail: erika.alimentos@gmail.com

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

<sup>2</sup>Departamento de Farmácia e Nutrição, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES

Recebido: 27.06.2016 - Aceito para publicação: 07.07.2017

### RESUMO

Apesar do aumento da oferta de produtos sem glúten, observa-se ainda a limitação de opções no mercado de panificados. O objetivo deste estudo foi determinar as características físico-químicas e sensoriais de bolos formulados com farinhas substitutivas ao trigo. Duas formulações contendo farinhas mistas substitutivas ao trigo (amaranto, quinoa, soja e fécula de mandioca) e uma controle (contendo trigo) foram analisadas quanto às medições e composição centesimal. Coliformes totais, pH e acidez total titulável (ATT) foram determinados no 1º e 4º dias de armazenamento. Aceitação e preferência foram avaliadas por meio de testes sensoriais. Os dados foram submetidos à análise de variância, seguida de testes paramétricos e não-paramétricos a 5% de probabilidade. Os bolos apresentaram características físicas de medições similares à formulação controle. A formulação com maior teor de soja apresentou maior teor de lipídios quando comparada com o controle. Os bolos com farinhas mistas obtiveram aceitação e preferência semelhantes entre si, porém inferiores à amostra controle. As amostras mantiveram-se estáveis quanto ao pH e ATT durante os quatro dias de armazenamento, não havendo crescimento de coliformes totais. Conclui-se que há viabilidade na formulação destes produtos com boa aceitação e valor nutricional agregado.

**Palavras-chave.** panificados, glúten, amaranto, quinoa, soja.

### ABSTRACT

Despite the increase in the supply of gluten-free products, an option limitation in the bread-making market is still observed. The objective of this study was to determine the physicochemical and sensorial characteristics of the cakes formulated with the wheat substitute flours. Two formulations containing mixed wheat substitutes (amaranth, quinoa, soybean and cassava starch) and a control sample (containing wheat) were analyzed on the measurements and proximate composition. Total coliforms, pH and titratable total acidity (TTA) were determined at the 1st and 4th days of storage. Acceptance and preference were assessed by means of sensory tests. The data were evaluated by the variance analysis, followed by parametric and non-parametric tests at 5% probability. The cakes presented physical characteristics of measurements similar to the control formulation. The formulation containing the highest soybean contents showed the major lipid contents when compared to the control. The mixed-flour cakes had similar acceptance and preference, but lower than the control sample. The samples pH and TTA were stable during the four days of storage, and no growth of total coliforms occurred. Therefore, it is viable the formulation of these products with good acceptance and nutritional value.

**Keywords.** bakery, gluten, amaranth, quinoa, soy.

## INTRODUÇÃO

A doença celíaca (DC) consiste em uma permanente intolerância ao glúten, caracterizada pela atrofia subtotal ou total da mucosa do intestino delgado proximal e desencadeia uma inadequada absorção de nutrientes, em indivíduos geneticamente predispostos<sup>1</sup>. O tratamento para a DC é basicamente dietético, ou seja, a exclusão dos alimentos que contenham glúten da dieta do indivíduo<sup>2</sup>.

Apesar da crescente oferta de biscoitos sem glúten, observam-se poucas opções no mercado de pães e bolos isentos de glúten, tornando a alimentação para estes consumidores monótona. Além disso, o valor comercial destes produtos ainda é um desafio para os mercados mais competitivos, tornando a prática de formulação caseira uma opção financeiramente mais atrativa. Ainda, é possível agregar misturas de diferentes ingredientes contendo maiores teores de fibras, vitaminas, minerais e compostos bioativos.

No desenvolvimento de produtos panificados, as proteínas do glúten apresentam um papel essencial na determinação da qualidade de cozimento, proporcionando características como capacidade de absorção de água, coesividade, viscosidade e elasticidade da massa<sup>3</sup>. Dessa forma, a substituição de ingredientes que contenham glúten na elaboração de pães e bolos se torna um desafio para a indústria, podendo originar produtos com menor volume e maior massa, afetando negativamente as características sensoriais do produto final.

A utilização de matérias-primas não convencionais possibilita originar produtos com qualidade, mas para isto é necessário o emprego de tecnologias que utilizem as propriedades funcionais de cada componente dos ingredientes, como o amido, ou a adição de farinhas ricas em proteínas que são capazes de formar estrutura semelhante à do glúten<sup>4</sup>.

A exigência primordial para que a massa seja formada de maneira adequada, dependendo do tipo de bolo, é que a mistura apresente uma quantidade suficiente de proteínas, possibilitando que, durante o forneamento, a estrutura proteica formada se espalhe sobre os constituintes da massa. A formação de uma fraca estrutura proteica diminuirá a retenção de gás na massa e favorecerá a formação de estrutura compacta e de baixo volume<sup>5</sup>.

Nos últimos anos, pesquisas utilizando farinhas mistas vêm sendo realizadas, visando à produção de alimentos com melhor qualidade nutricional, tornando uma alternativa para a elaboração de alimentos isentos de glúten<sup>2,4,6</sup>.

Dentre os produtos que possibilitam a utilização de farinhas mistas pode-se destacar o bolo. A qualidade do bolo é determinada por características essenciais, como: miolos homogêneos; textura macia, que deve ser mantida sem alterações ao longo da vida útil do produto; uniformidade da superfície; adequação do volume; sabor e palatabilidade agradáveis<sup>7</sup>.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e determinar características físico-químicas e sensoriais de bolos utilizando misturas de matérias-primas substitutivas ao trigo. Além disso, avaliar a estabilidade destes produtos durante o armazenamento, no que diz respeito ao pH, acidez total titulável (ATT) e coliformes totais.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima e formulação dos bolos

A escolha das matérias-primas sucedâneas ao trigo levou em consideração o teor de proteínas, bem como o de amido, para a obtenção de misturas capazes de promover condições desejáveis para a formulação dos bolos. Desta forma, as matérias-primas utilizadas foram: amaranto (*Amaranthus* L.) (16,2% de proteína), fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) (82,5% de carboidrato), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) (62,3% de carboidrato) e soja (*Glycine max* L.) (54,5% de proteína)<sup>6</sup>. A quinoa e o amaranto foram adquiridos na forma de flocos e processados no processador doméstico para a obtenção da farinha. A farinha de soja foi adquirida previamente processada. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local da cidade de Alegre, Espírito Santo, Brasil. Para a formulação dos bolos foi utilizada uma técnica modificada, do estudo de Gutkoski et al<sup>8</sup>. Para a massa, os ingredientes utilizados para todas as formulações foram: margarina (35 g), açúcar (107 g), leite integral (70 mL), ovo (50 g), fermento em pó (3 g) e farinha de trigo ou farinha mista (130 g). Foram elaborados bolos controle (F1; com trigo – *Triticum aestivum* L.) e as formulações contendo

farinhas mistas substitutivas ao trigo (F2 e F3). As proporções das farinhas substitutivas foram definidas por meio de testes preliminares. Assim, foi estabelecido para a formulação F2: 30 g de amaranto, 10 g de quinoa, 40 g de soja, 20 g de fécula de mandioca para 100 g de formulação. Para a formulação F3: 35 g de amaranto, 10 g de quinoa, 30 g de soja, 25 g de fécula de mandioca para 100 g de formulação.

Inicialmente, as claras foram batidas na batedeira até o ponto de neve e reservadas. À parte, foram misturadas as gemas, juntamente com a margarina e o açúcar, sendo processados na batedeira por 3 minutos. Em seguida, acrescentou-se o leite e a farinha de trigo (no caso da formulação controle - F1) em pequenas quantidades, sem interromper o processo de batida, até a formação de uma massa homogênea, por aproximadamente 5 minutos. Finalmente, foram adicionados: claras em neve e fermento, sendo levemente misturados por 1 minuto. A massa foi transferida para formas de papel para bolo tipo *cupcake* (7,20 cm de diâmetro por 3,10 cm de altura) e, em seguida, para uma forma de alumínio (8,5 cm de diâmetro por 3,0 cm de altura), sendo assados no forno pré-aquecido a 220 °C, por 25 minutos. O mesmo procedimento foi conduzido para os bolos elaborados com as farinhas mistas, em substituição do trigo.

### **Determinação das características físicas (medições dos bolos)**

Para a avaliação das medidas dos bolos, doze preparações de cada formulação, oriundas de uma mesma fornada, foram selecionadas ao acaso. A razão entre os valores de massa (g) pós-cocção e pré-cocção foi utilizada para calcular o rendimento das formulações. Altura (cm) e diâmetro (cm) dos bolos foram aferidos sendo suas razões calculadas por meio das medições realizadas nos momentos pós-cocção e pré-cocção. A altura e o diâmetro dos bolos foram medidos por meio de um paquímetro Vernier Caliper®, 150 x 0,05 mm.

O método de deslocamento de sementes de painço foi utilizado para aferição do volume aparente pós-cocção, com o auxílio de uma proveta graduada de capacidade máxima de 500 mL. Foi adicionado um volume conhecido (500 mL) de sementes de painço à proveta e, posteriormente,

a adição do bolo à proveta deslocou as sementes utilizadas, possibilitando a determinação do volume aparente pós-cocção (mL). Desta forma, o volume específico ( $\text{mL.g}^{-1}$ ) foi determinado por meio a razão entre o volume aparente e a massa do bolo<sup>8</sup>.

O fator de expansão foi calculado pela razão entre o diâmetro (cm) e a espessura (cm) dos bolos. A densidade ( $\text{g.mL}^{-1}$ ) foi calculada pela razão entre a massa e o volume aparente pós-cocção. Todas as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente por 30 minutos antes da execução das medições.

### **Determinação das características químicas**

Os bolos das três diferentes formulações foram caracterizados quimicamente pós-cocção, em triplicata, quanto ao teor de: cinzas (por incineração na mufla), umidade (pelo método de secagem na estufa a 105 °C), proteínas (pelo método de *Kjeldahl*); lipídios (pelo método de Soxhlet), carboidratos totais (estimados por diferença), pH (por potenciometria) e ATT (%) (por titulação utilizando NaOH 0,1M)<sup>9</sup>.

### **Análise sensorial**

Foram recrutados, de maneira aleatória, cinquenta e dois avaliadores que aceitaram participar voluntariamente. Os critérios de exclusão utilizados para a análise sensorial foram: idade inferior a dezoito anos, indivíduos celíacos (em especial, devido à oferta da preparação contendo trigo) ou com algum tipo de alergia ou intolerância aos ingredientes utilizados nas preparações.

Aproximadamente 30 g de cada amostra foi ofertada aos avaliadores de maneira monádica, codificada com três dígitos, sob iluminação branca e acompanhada de água mineral. Para a análise da aceitação foram avaliados os atributos aroma, sabor, aparência, textura e avaliação global, utilizando uma escala hedônica de nove pontos, em que o valor 1 correspondeu a “desgostei muitíssimo” e o valor 9 a “gostei muitíssimo”<sup>10</sup>. Além dos atributos supracitados, foi também avaliada a intenção de compra, em que os avaliadores foram questionados se comprariam ou não o produto final. Por fim, os avaliadores realizaram o teste de ordenação-preferência das amostras degustadas.

## Avaliação dos bolos elaborados durante o armazenamento

As análises foram realizadas no 1º e 4º dias, por meio da pesquisa de coliformes totais<sup>11</sup>, determinação de pH e ATT<sup>9</sup>. Os bolos foram armazenados à temperatura ambiente dentro de formas de alumínio, cobertos com filme flexível, durante o período de armazenamento.

## Análise estatística

Os dados foram agrupados por parâmetro avaliado e tabulados no Microsoft Office®, versão 2007. Inicialmente, foi realizado o teste de *Kolmogorov-Smirnov*, para avaliação da distribuição dos dados. Para os dados que seguiam uma distribuição normal foi realizada análise de variância (ANOVA), seguida do teste de *Tukey*. Para os dados que não apresentavam uma distribuição normal foi realizado o teste de *Kruskal-Wallis*. Para os resultados dos testes durante o armazenamento, foi aplicado também o teste *t* para comparar os resultados obtidos no 1º e 4º dia. Todas as análises estatísticas utilizaram a probabilidade de 5% e foram executadas no programa ASSISTAT® versão 7.7. Com relação ao teste de ordenação-preferência, os dados foram tabulados na tabela de dupla entrada e foram obtidas as somas de ordens para cada tratamento. Os resultados foram comparados pelo teste de *Friedman* a 5% de probabilidade.

## Cuidados éticos

Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde, parecer 45955 (nº CAAE: 04258512.0.0000.5060), da Universidade Federal do Espírito Santo (CCS/UFES) em cumprimento à Resolução nº 466, 12 dez. 2012 do Conselho Nacional de Saúde. Ao concordarem em participar da pesquisa (análise sensorial), os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido afirmando estarem cientes sobre os procedimentos ao qual foram submetidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização física dos bolos (medições)

Observou-se que as três formulações não

diferiram entre si ( $p > 0,05$ ) em relação ao volume específico, razão altura e diâmetro, densidade e índice de expansão (**Tabela 1**). Estes resultados foram considerados satisfatórios uma vez que as formulações de bolos sem glúten apresentaram características físicas semelhantes aos bolos elaborados com trigo.

Um dos fatores que auxiliou o ganho de volume nos bolos foi a ação mecânica exercida sobre a massa, por meio do uso de batedeiras, conferindo aspecto de aeração ao produto. O ar incorporado à massa, durante a batida, é fundamental para o desenvolvimento de bolos de boa qualidade, com volume adequado e estrutura de miolo homogênea<sup>2</sup>.

A presença de glúten na massa confere certas propriedades tecnológicas, tais como elasticidade, coesividade e hidratação, aumentando o rendimento e a retenção de ar na massa. Neste contexto, é importante ressaltar que o bolo elaborado com farinha mista substitutiva ao trigo (F2) apresentou um rendimento significativamente maior que o bolo controle (F1) ( $p < 0,05$ ). Ressalta-se que esta formulação contém maior teor de soja (40%), quando comparada com a formulação 3 (30%). A absorção de água por produtos de panificação depende do conteúdo de proteína e de fibras. É sabido que o conteúdo de proteína absorve sua massa em água, ao passo que as fibras podem absorver água em até um terço de sua massa total. O teor de proteínas entre as formulações foi semelhante, entretanto tal fato pode estar atribuído ao conteúdo de fibras (dados não analisados) oriundos do maior teor de soja na formulação 2.

Schamne et al<sup>12</sup> desenvolveram bolos e pães isentos de glúten, utilizando farinha de arroz, amido de milho e amido de mandioca. Os volumes específicos observados pelos autores nas formulações foram menores aos obtidos neste estudo.

### Caracterização química das preparações

Apesar da utilização de matérias-primas com maior conteúdo proteico como a soja, nota-se que nenhum dos tratamentos diferiu entre si ( $p > 0,05$ ) em relação ao teor de proteínas. O mesmo pôde ser observado para os teores de carboidratos, cinzas e umidade das amostras (**Tabela 1**). A farinha de soja, por exemplo, contém

aproximadamente 23% de lipídios<sup>6</sup>, sendo que na formulação F2 esta matéria-prima encontrou-se em maior concentração. Entretanto, destaca-se que as formulações contendo farinhas sucedâneas apresentaram teores de lipídios estatisticamente semelhantes, sendo a formulação F3 (35% amaranto, 10% quinoa, 30% soja e 25% fécula de mandioca) semelhante à formulação controle. A margarina empregada na formulação dos bolos foi utilizada como fonte de lipídios para as preparações. Tal escolha se deve ao fato de que este ingrediente é amplamente utilizado tanto em preparações caseiras como em produtos comerciais, conferindo características tecnológicas fundamentais para produtos alimentícios de maior aceitação. Em relação ao tipo de lipídio, a margarina escolhida

apresenta em sua composição óleos vegetais interesterificados, não apresentando valores significativos de ácidos graxos *trans* (dados obtidos da rotulagem e lista de ingredientes do produto).

A formulação F2 (com maior teor de soja) apresentou menor valor de pH e APT (analisados no primeiro dia pós-formulação). Durante o processamento, grãos como a soja, o amaranto e a quinoa são submetidos à elevadas temperaturas, ainda que por um intervalo de tempo curto, o que pode desencadear a formação de produtos, devido a oxidação de lipídios<sup>13</sup>, tais como álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros hidrocarbonetos, provocando reduções nos valores de pH das amostras que contém estes ingredientes.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química dos bolos controle (F1) e com farinhas substitutivas ao trigo (F2 e F3)

Determinação analítica	Formulações		
	F1	F2	F3
Volume específico (mL.g <sup>-1</sup> )	2,59 <sup>a</sup> ± 0,32	2,34 <sup>a</sup> ± 0,26	2,45 <sup>a</sup> ± 0,23
Rendimento (g)*	0,81 <sup>b</sup> ± 0,01	0,84 <sup>a</sup> ± 0,02	0,80 <sup>b</sup> ± 0,01
Altura (cm)*	2,02 <sup>a</sup> ± 0,43	1,88 <sup>a</sup> ± 0,22	1,95 <sup>a</sup> ± 0,19
Diâmetro (cm)*	0,82 <sup>a</sup> ± 0,02	0,82 <sup>a</sup> ± 0,02	0,82 <sup>a</sup> ± 0,02
Densidade (g.mL <sup>-1</sup> )	0,39 <sup>a</sup> ± 0,04	0,43 <sup>a</sup> ± 0,05	0,41 <sup>a</sup> ± 0,04
Índice de expansão	6,03 <sup>a</sup> ± 1,12	6,36 <sup>a</sup> ± 0,86	6,16 <sup>a</sup> ± 1,05
Proteínas (g.100g <sup>-1</sup> )	12,50 <sup>a</sup> ± 2,90	14,86 <sup>a</sup> ± 0,94	14,07 <sup>a</sup> ± 0,30
Carboidratos (g.100g <sup>-1</sup> )	52,73 <sup>a</sup> ± 8,44	53,73 <sup>a</sup> ± 2,71	55,23 <sup>a</sup> ± 3,73
Umidade (g.100g <sup>-1</sup> )	23,73 <sup>a</sup> ± 5,66	18,00 <sup>a</sup> ± 2,18	18,67 <sup>a</sup> ± 2,46
Cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )**	1,08 <sup>a</sup> ± 0,17	1,80 <sup>a</sup> ± 0,08	1,81 <sup>a</sup> ± 0,09
Lipídios (g.100g <sup>-1</sup> )	8,87 <sup>b</sup> ± 0,65	12,13 <sup>a</sup> ± 0,21	10,09 <sup>ab</sup> ± 1,56
pH – 1º dia***	8,29 <sup>a</sup> ± 0,40	5,80 <sup>c</sup> ± 0,95	7,85 <sup>ab</sup> ± 0,26
pH – 4º dia***	7,14 <sup>a</sup> ± 0,06	6,33 <sup>a</sup> ± 0,38	6,28 <sup>a</sup> ± 0,16
Acidez total titulável (%) – 1º dia***	4,03 <sup>a</sup> ± 0,28	2,05 <sup>b</sup> ± 0,32	3,76 <sup>ab</sup> ± 0,26
Acidez total titulável (%) – 4º dia***	4,35 <sup>a</sup> ± 0,29	2,63 <sup>a</sup> ± 0,30	3,35 <sup>a</sup> ± 0,20
Coliformes totais (NMP.g <sup>-1</sup> ) – 1º dia	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes totais (NMP.g <sup>-1</sup> ) – 4º dia	Ausente	Ausente	Ausente

Dados apresentados como média±desvio padrão. F1: bolo controle com farinha de trigo; F2: bolo com farinha formulada (30% amaranto, 10% quinoa, 40% soja e 20% fécula de mandioca); F3: bolo com farinha formulada (35% amaranto, 10% quinoa, 30% soja e 25% fécula de mandioca); letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de *tukey* a 5% de probabilidade; \*valores obtidos da razão entre os parâmetros pós e pré-cocção de 12 amostras; \*\*teste de *Kruskal-Wallis*; \*\*\*resultados do armazenamento: analisados por meio do teste *Tukey* para avaliar possíveis diferenças entre as amostras e foram identificados por meio de letras. O teste t foi aplicado para os dois dias (1º e 4º dia) e não foram encontradas diferenças significativas ( $p>0,05$ )

De acordo com os resultados de pH evidenciados, estas preparações podem ser classificadas como de baixa acidez, visto que apresentam valores de pH maiores que 4,5. Os valores de pH apresentados podem ser propícios para o desenvolvimento de fungos (bolores e leveduras), que se multiplicam em uma faixa ampla de pH: 2,5 a 9,5<sup>14</sup>. Por isso, a importância do controle desses produtos durante o armazenamento.

### Análise sensorial dos bolos

As formulações isentas de trigo (F2 e F3) apresentaram características físicas (dimensões) semelhantes à formulação controle. Porém, na avaliação sensorial, a formulação contendo trigo (F1) apresentou melhor avaliação para todos os atributos (**Tabela 2**). As formulações F2 e F3 obtiveram resultados semelhantes entre si para todos os itens avaliados. Entretanto, no índice de aceitação, observou-se que, dentre as formulações isentas de trigo, a F2 foi que apresentou melhor avaliação, em especial para os atributos aroma, sabor e avaliação global (aceitação geral).

Em geral, produtos elaborados sem glúten podem apresentar comprometimento na textura. A formação da rede de glúten no bolo tradicional possibilita uma maior retenção de gás durante a fermentação e melhor estrutura de miolo, bem como uma maior elasticidade da massa associada à presença de glutenina<sup>12</sup>. Desta forma, observa-se que, para as duas formulações F2 e F3, este atributo obteve menor aceitação.

A quinoa é um pseudocereal que contém um acúmulo de saponinas, compostos responsáveis por conferir ao grão um gosto amargo, o que dificulta a sua inserção ao sistema de produção. Já a soja apresenta um sabor característico de feijão cru, conhecido como *beany flavor*, associado à presença de lipoxigenases, que são enzimas relacionadas com a oxidação de ácidos graxos poli-insaturados existentes no grão, em especial o ácido linoleico, conferindo um sabor residual<sup>4</sup>.

Em relação ao teste de ordenação-preferência, observou-se que a amostra controle (F1) foi a preferida dentre as demais formulações (F2 e F3), que não diferiram entre si. Quanto à intenção de compra, pode-se destacar a formulação controle (F1), com 78,80% da intenção de compra. Ainda, 55,70%

dos avaliadores demonstraram intenção de compra para F3 e 51,90% para F2.

### Avaliação dos bolos elaborados durante o armazenamento

O pH e a ATT de um produto são fatores que podem influenciar no crescimento, sobrevivência ou destruição dos micro-organismos que estiverem nele presentes. Possíveis alterações nos valores de pH e ATT podem ocorrer devido à redução de ácidos orgânicos no produto que liberam íons hidrogênio e de seus sais, o que faz com que ocorra a redução no pH e o aumento na ATT. Oscilações na ATT podem estar associadas à ocorrência de reações metabólicas de enzimas presentes nas farinhas (em especial àquelas não processadas), visto que o aumento da ATT é proporcional a concentração de enzimas. Alterações na ATT durante a etapa de armazenamento do produto podem oscilar com o grau de ácidos orgânicos presentes e com a temperatura de armazenamento<sup>15</sup>. Entretanto, neste estudo, durante o armazenamento não foram observadas alterações significativas tanto do pH quanto da ATT, entre o 1º e o 4º dia ( $p > 0,05$ ), para as três formulações.

Durante armazenamento dos bolos, não foi observado crescimento de coliformes totais (a 45 °C). Estes resultados estão em conformidade com a RDC nº 12, onde está prescrito que o limite máximo de coliformes a 45 °C em bolos é  $10^2$  NMP.g<sup>-1</sup><sup>11</sup>.

A presença de coliformes nos alimentos é de grande relevância para indicar a contaminação durante ou após o processamento. Os micro-organismos indicadores são espécies ou grupos que, quando encontrados em um alimento, podem fornecer informações em relação à ocorrência de contaminação fecal, provável presença de patógenos ou quanto à deterioração potencial de um alimento, além do indicativo de condições sanitárias insatisfatórias durante o processamento, produção ou armazenamento<sup>14</sup>.

Nos alimentos processados, a constatação de coliformes totais a 45 °C e *Escherichia coli* são consideradas evidências de contaminação nas etapas posteriores ao processamento ou sanitização, indicando a implantação inadequada das boas práticas de fabricação, o que não foi observado no presente estudo.

**Tabela 2.** Avaliação sensorial (média±desvio-padrão, M±DP) e índice de aceitação (IA, %) para as formulações de bolo controle (F1) e com farinhas substitutivas ao trigo (F2 e F3)

Atributos	Formulações		
	F1	F2	F3
	M±DP (IA%)	M±DP (IA%)	M±DP (IA%)
Aroma	6,91 <sup>a</sup> ± 1,80 (76,22)	6,13 <sup>b</sup> ± 1,49 (76,37)	6,03 <sup>b</sup> ± 1,89 (66,67)
Sabor	7,13 <sup>a</sup> ± 1,77 (78,89)	5,64 <sup>b</sup> ± 1,87 (70,37)	5,82 <sup>b</sup> ± 2,11 (64,78)
Aparência	7,24 <sup>a</sup> ± 1,59 (80,33)	6,21 <sup>b</sup> ± 1,85 (68,56)	6,35 <sup>b</sup> ± 1,75 (70,00)
Textura	7,26 <sup>a</sup> ± 1,65 (80,56)	5,95 <sup>b</sup> ± 1,91 (64,22)	5,91 <sup>b</sup> ± 2,12 (64,22)
Aceitação global	7,29 <sup>a</sup> ± 1,61 (80,56)	5,83 <sup>b</sup> ± 1,86 (72,62)	6,24 <sup>b</sup> ± 2,00 (68,55)

F1: bolo controle com farinha de trigo; F2: bolo com farinha formulada (30% amaranto, 10% quinoa, 40% soja e 20% fécula de mandioca); F3: bolo com farinha formulada (35% amaranto, 10% quinoa, 30% soja e 25% fécula de mandioca); letras iguais na mesma linha não diferem significativamente entre si pelo teste de *Tukey* a 5% de probabilidade; \*índice de boa aceitação ≥ 70%<sup>2</sup>

## CONCLUSÃO

A utilização de ingredientes sucedâneos do trigo para elaboração de bolos sem glúten constitui um desafio tecnológico, uma vez que as proteínas do glúten apresentam um papel essencial na determinação da qualidade do cozimento e, conseqüentemente, na qualidade do produto final.

As substituições, em sua maioria, afetam as características sensoriais influenciando diretamente na aceitação do produto. Entretanto, as formulações preparadas neste estudo apresentaram dimensões físicas similares ao bolo tradicional (contendo trigo).

Não foram evidenciadas diferenças em relação a aceitação e a preferência entre as duas formulações com farinhas mistas sucedâneas ao trigo. Estas amostras apresentaram mesmo conteúdo de cinzas e proteínas, sendo que aquela com maior conteúdo de soja apresentou maior teor de lipídios, menor pH e ATT, em relação à formulação controle. A estabilidade das formulações pode ser estimada em mais de quatro dias, considerando as condições de armazenamento e a utilização de embalagens e atmosfera apropriadas.

## REFERÊNCIAS

1. Araújo HM, Araújo WM, Botelho RB, Zandonadi RP. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Rev Nutr*. 2010;23(3):467-74. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732010000300014>].
2. Ramos NC, Piemolini-Barreto LT, Sandri IG. Elaboração de pré-mistura para bolo sem glúten. *Alim Nutr*. 2012;23(1):33-8.
3. Wieser H. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol*. 2007;24(2):115-9. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.004>].
4. Kirinus P, Copetti C, Oliveira VR. Utilização de farinha de soja (*Glycine max*) e de quinoa (*Chenopodium quinoa*) no preparo de macarrão caseiro sem glúten. *Alim Nutr*. 2010;21(4):555-61.
5. Morr CV, Hoffmann W, Buchheim W. Use of applied air pressure to improve the baking properties of whey protein isolates in angel food cakes. *LWT-Food Sci Technol*. 2003;36(1):83-90. [DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00187-1](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00187-1)].
6. Vieira TS, Freitas FV, Silva LAA, Barbosa WM, Silva EMM. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem glúten. *Braz J Food Technol*. 2015;18(4):285-92. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.1815>].
7. Osawa CC, Fontes LCB, Miranda EHW, Chang YK, Steel CJ. Avaliação físico-química de bolo de chocolate com coberturas comestíveis à base de gelatina, ácido esteárico, amido modificado ou cera de carnaúba. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2009;29(1):92-9. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000100015>].

8. Gutkoski LC, Teixeira DMF, Durigon A, Ganzer AG, Bertolin TE, Colla LM. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolo. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2009;29(2):254-61. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000200003>].
9. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo - Brasil). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
10. Minim VPR. Análise Sensorial: Estudos com consumidores. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2006. 225p.
11. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. *Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, nº7-E. p.45-53.
12. Schamne C, Dutcosky SD, Demiate IM. Obtention and characterization of gluten-free baked products. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2010;30(3):741-50. [DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612010000300027>].
13. Rodas B, Bressani R. Contenido de aceite, ácidos grasos y escualeno en variedades crudas y procesadas de grano de amaranto. *Arch Latinoam Nutr*. 2009;59(1):82-7.
14. Franco BDGM, Landgraf M. Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu; 2003.
15. Borges AM, Pereira J, Silva Júnior A, Lucena EM, Sales JC. Estabilidade da pré-mistura de bolos elaborados com 60% de farinha de banana verde. *Ciênc Agrotec*. 2010;34(1):173-81. DOI: [<https://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000100022>].