

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MICROBIOLÓGICAS DE MINI BOLO INGLÊS COM FARINHA E HIDROLISADO PROTEICO DE *TENEBRIO MOLITOR*

JÉSSICA C. M. O. ALVES¹, IRIS DE LIMA², MARCELA PAVAN BAGAGLI³, ADRIA S. BENTES⁴

¹ Discente do Técnico em Alimentos, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Capivari, jessica.caroline@aluno.ifsp.edu.br

² Discente do Bacharelado em Engenharia de Biossistemas, IFSP, Campus Avaré, lima.iris@aluno.ifsp.edu.br

³ Docente, IFSP, Campus Avaré, marcela.bagagli@ifsp.edu.br

⁴ Docente, IFSP, Campus Capivari, adria.bentes@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.07.00.00-6 Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 5.07.00.00-6 Ciência e Tecnologia de Alimentos.

RESUMO: Visando à crescente demanda por proteínas pela população mundial, entidades internacionais como Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura e a Organização Mundial da Saúde estão sugerindo o consumo de fontes alternativas destes nutrientes, como vegetais e insetos. A presente proposta objetivou desenvolver bolos do tipo inglês utilizando farinhas integral (FI) e hidrolisado proteico (FH) de larvas de *Tenebrio molitor* e compará-los quanto a características físicas e microbiológicas. As amostras não apresentaram diferenças em relação ao volume e ao volume específico. Com relação à cor, a amostra com 15% de FH apresentou-se mais avermelhada e mais amarelada (maiores valores de a^* e de b^*). Em relação a textura, a adição das farinhas de *T. molitor* aumentou a maciez dos bolos. Todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação, mas as amostras contendo farinha integral e hidrolisado proteico de *T. molitor* apresentaram maior contagem de bolores e leveduras que a amostra padrão. Os resultados obtidos mostram que a utilização de farinhas de *T. molitor* pode constituir uma alternativa promissora para o desenvolvimento de novos produtos de panificação.

PALAVRAS-CHAVE: Entomofagia; panificação; textura; muffin; insetos comestíveis.

PHYSICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF MINI POUND CAKE WITH FLOUR AND PROTEIN HYDROLYSATE OF *TENEBRIO MOLITOR*

ABSTRACT: In response to the growing global demand for protein, international entities such as the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization are suggesting the consumption of alternative sources of these nutrients, such as vegetables and insects. This proposal aimed to develop English-style cakes using wholemeal flour (WF) and protein hydrolysate (PH) from *Tenebrio molitor* larvae and to compare them in terms of physical and microbiological characteristics. The samples showed no differences in volume and specific volume. Regarding color, the sample with 15% PH was redder and more yellow (higher a^* and b^* values). In terms of texture, the addition of *T. molitor* flours increased the softness of the cakes. All samples met the microbiological standards required by legislation, but the samples containing wholemeal flour and protein hydrolysate from *T. molitor* had higher counts of molds and yeasts than the standard sample. The results obtained show that the use of *T. molitor* flours can be a promising alternative for the development of new bakery products.

KEYWORDS: Entomophagy; baking; texture; muffin; edible insects.

INTRODUÇÃO

Insetos são uma grande fonte de proteínas (40 a 76% em base seca), com uma digestibilidade que varia de 60 a 98%, tais variações estão relacionadas a fatores como espécie, estágio de vida, dieta, ecologia e método de análise (PAYNE et al., 2016; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ et al., 2022). No entanto, o consumo de insetos ainda esbarra na questão da aceitação por culturas que não possuem este hábito (LEGENDRE; BAKER, 2022; POSSIDÓNIO et al., 2021).

O meio acadêmico, indústrias e governos têm promovido esforços para reduzir percepções negativas sobre os insetos através do desenvolvimento de processos mais palatáveis, informando sobre os benefícios à saúde e a necessidade de reduzir a dependência de outras fontes de alimentos (KIM et al., 2019).

Uma das formas de melhorar a aceitação é processar o inseto inteiro e transformá-lo em farinha ou concentrado proteico em pó e depois incorporá-lo ao alimento como ingrediente (QUEIROZ et al., 2023). Dentre as aplicações dos insetos na forma de farinha destacam-se os produtos de panificação, que são amplamente consumidos pela população, e que possuem muitos formatos e características (pães, bolachas, bolos, etc), o que permite aproveitar as múltiplas funcionalidades tecnológicas das farinhas de diferentes espécies de insetos (AMOAHA et al., 2023).

O bolo é um produto de panificação que possui ampla aceitação, preço acessível e possibilita uma grande variedade de sabores. Tendo em vista o contexto apresentado, a presente proposta visa desenvolver bolos do tipo inglês, substituindo parte da farinha de trigo por farinha integral e hidrolisado proteico de *Tenebrio molitor* e compará-los quanto a características físicas, físico-químicas e sensoriais.

MATERIAL E MÉTODOS

Materiais

As larvas de *Tenebrio molitor* foram adquiridas de produtor localizado no estado de São Paulo. A produção da farinha integral foi realizada por meio da trituração das larvas em prensa hidráulica, com remoção da gordura. O hidrolisado proteico foi produzido da seguinte maneira: a preparação comercial de proteases Flavourzyme foi utilizada para a produção dos hidrolisados. Dispersões da farinha na concentração de 100 mg mL⁻¹ em tampão fosfato (100 mmol L⁻¹, pH 7,0) foram adicionadas das proteases (100 U mL⁻¹) e incubadas a 50°C sob agitação de 100 rpm durante 2h. Após a hidrólise, as dispersões foram submetidas a tratamento térmico (100°C por 20 min) para inativação das proteases. As amostras foram coletadas, congeladas e liofilizadas.

Produção dos mini bolos tipo inglês

Foram desenvolvidas 5 formulações de bolo do tipo inglês: uma padrão, sem substituição da farinha de trigo; duas com 7,5% e 15% de substituição de farinha de trigo por farinha integral de *T. molitor*; e duas com 7,5% e 15% de substituição de farinha de trigo por hidrolisado proteico de *T. molitor*. A formulação padrão (Tabela 1) foi estabelecida após testes preliminares, e produzida de acordo com a descrição a seguir: os ingredientes secos (farinha(s), cacau em pó e fermento) foram peneirados e homogeneizados em um recipiente; o açúcar e o óleo foram homogeneizados em batedeira planetária (Oster 1000W - OBAT911) na velocidade 2 por 30 s, utilizando o batedor de raquete. O ovo em pó foi reconstituído em água, conforme orientação do fabricante, acrescentado à mistura e homogeneizado em batedeira na velocidade 2 por 30 s. Em seguida foi realizada a adição dos ingredientes secos de maneira alternada com a água e a mistura foi homogeneizada em batedeira na velocidade 3 por 1 min. A massa foi transferida para a forma e assada em forno de lastro a 180 °C por 20 min.

TABELA 1. Formulações de bolo de chocolate*.

Ingredientes (%)	FP	FI7,5	FI15	FH7,5	FH15
Açúcar	31,0	31,0	31,0	31,0	31,0
Óleo	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
Ovo em pó	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
Água (reconstituição do ovo)	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Trigo	20,6	19,0	17,5	19,0	17,5
Farinha integral de <i>T. molitor</i>	0,0	1,6	3,1	0,0	0,0
Hidrolisado proteico de <i>T. molitor</i>	0,0	0,0	0,0	1,6	3,1
Cacau em pó	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Fermento	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Água	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0

*FP: formulação padrão; FI7,5 e FI15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por farinha integral de *T. molitor*, respectivamente; FH7,5 e FH15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por hidrolisado proteico de *T. molitor*, respectivamente.

Análises físicas

O volume dos bolos foi determinado de acordo com HALLÉN; IBANOĞLU; AINSWORTH, (2004), de maneira breve, o bolo foi colocado em um recipiente rígido, de volume conhecido, e coberto com sementes de canola, em seguida o bolo foi removido e o volume de sementes medido. O volume do bolo foi estimado pelo volume das sementes deslocadas (ml). Foi determinado o volume específico (ml/g), a partir do volume estimado e da massa do bolo determinada, após o resfriamento.

A cor da superfície dos bolos foi analisada por leitura direta em espectrofotômetro digital (Delta Color, Delta Vista, São Leopoldo, RS), calibrado no modo reflectância, com especular excluída, utilizando iluminante D65 e ângulo de observação de 10°, utilizando uma abertura de 9 mm. Foram determinados os parâmetros L^* , a^* e b^* do sistema de cor CIELAB.

A firmeza e a elasticidade dos bolos foram determinadas, utilizando um Texturômetro TA-XT Plus (Stable Micro System, UK). Foi utilizado um probe cilíndrico de alumínio de 36 mm de diâmetro (P/36R). Para análise, a camada mais externa (casca) foi totalmente removida. O equipamento foi ajustado com os seguintes parâmetros: velocidade pré-teste 2 mm/s; velocidade de teste 1 mm/s; velocidade pós-teste 10 mm/s; distância 8 mm; tempo 30 s; trigger type auto - 5g; aquisição 200 pps.

Análises microbiológicas

Os bolos foram analisados em relação a *Salmonella*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras, conforme preconizado pela Instrução Normativa nº 61 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2022), seguindo as metodologias descritas por SILVA et al., (2010).

A quantificação de coliformes totais, termotolerantes foi realizada pelo método APHA, conforme descrito por SILVA et al., (2010), utilizando a quantificação em números mais prováveis por massa (NMP/g). A presença de *E. coli* foi avaliada nos resultados positivos para coliformes termotolerantes, utilizando meio de cultivo HiCrome *E. coli* Agar.

A presença de *Salmonella* sp. foi realizada com os meios de cultivos Agar *Salmonella* Shiguella (SS) e Agar Verde Brilhante (VBA), sendo a amostra previamente selecionada e enriquecida em caldo Selenito Cistina por 24 h (SILVA et al., 2010).

A quantificação de Bolores e leveduras foi realizada por plaqueamento em superfície sendo quantificada as unidades formadoras de colônias por massa de produto (UFC/g) em Agar PDA (SILVA et al., 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas e físicas realizadas até o momento estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Análises físico-químicas e físicas*

Parâmetro	FP	FI7,5	FI15	FH7,5	FH15
Volume (ml)	69,00 ± 5,20 ^a	65,67 ± 2,52 ^a	72,33 ± 4,04 ^a	72,33 ± 2,52 ^a	75,00 ± 1,00 ^a
Volume específico (ml/g)	1,89 ± 0,12 ^a	1,89 ± 0,07 ^a	2,01 ± 0,14 ^a	2,05 ± 0,06 ^a	2,07 ± 0,04 ^a
L*	21,70 ± 1,07 ^a	22,40 ± 0,38 ^a	23,69 ± 0,72 ^a	23,58 ± 0,79 ^a	22,38 ± 0,75 ^a
a*	4,40 ± 0,44 ^{ab}	4,48 ± 0,59 ^{ab}	4,25 ± 0,45 ^{ab}	3,32 ± 0,23 ^a	4,95 ± 0,43 ^b
b*	4,36 ± 0,41 ^{abc}	3,79 ± 0,31 ^b	4,84 ± 0,20 ^{acd}	4,23 ± 0,09 ^{abc}	5,62 ± 0,38 ^d
Firmeza (N)	4,66 ± 2,40 ^a	3,62 ± 0,35 ^{bc}	4,12 ± 0,58 ^b	3,11 ± 0,35 ^c	3,62 ± 0,39 ^{bc}
Elasticidade (%)	44,66 ± 1,99 ^a	48,77 ± 1,35 ^b	45,35 ± 1,26 ^{ac}	48,57 ± 0,96 ^b	47,52 ± 1,01 ^{bc}

*FP: formulação padrão; FI7,5 e FI15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por farinha integral de *T. molitor*, respectivamente; FH7,5 e FH15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por hidrolisado proteico de *T. molitor*, respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas entre as amostras em relação ao volume e volume específico. Com relação aos parâmetros de cor, não houve diferença entre as formulações em relação ao L*, no entanto, quanto ao parâmetro a*, a amostra FH15 apresentou-se mais avermelhada que a FH7,5, apesar de não diferir das demais amostras. Com relação ao b*, a formulação FH15% apresentou-se a mais amarelada de todas. As formulações com maior concentração de farinha e hidrolisado de *T. molitor* apresentaram-se mais amareladas que as suas correspondentes com menor concentração. Os resultados da análise de cor podem ser reflexo da cor das farinhas integral e hidrolisado proteico de *T. molitor* (Figura 1), pois foram observadas diferenças significativas nos parâmetros de cor das duas farinhas (Tabela 3).



FIGURA 1. Farinha integral (a) e hidrolisado proteico (b) de *Tenebrio molitor*.

TABELA 3. Parâmetros de cor das farinhas integra (FI) e hidrolisado proteico de *T. molitor**

Parâmetro	FI	FH
-----------	----	----

L*	37,47 ± 0,54 ^a	45,98 ± 0,84 ^b
a*	8,35 ± 0,37 ^a	7,23 ± 0,48 ^b
b*	17,98 ± 0,81 ^a	16,25 ± 0,27 ^b

*FI: farinha integral de *T. molitor*; FH: hidrolisado proteico de *T. molitor*.

Em relação a análise de textura, observou-se que a formulação padrão apresentou-se mais firme e menor elástica que as demais, ou seja, a adição das farinhas de *T. molitor* aumentou a maciez dos bolos.

Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 4. Observou-se o crescimento de coliformes totais e termotolerantes apenas na amostra FH15, apesar de não ter sido detectada a presença de *E. coli*, nem *Salmonella*. Bolores e leveduras só foram observados nas amostras contendo farinhas de insetos, sendo a maior contagem na amostra FH15. Todas as amostras apresentaram-se dentro dos limites permitidos pela legislação brasileira (5×10^2 a 10^4 UFC/g) (BRASIL, 2022).

TABELA 4. Resultados da análise microbiológica*

Amostras	FP	FI7,5	FI15	FH7,5	FH15
Coliformes Totais (NMP/g)	<>	<>	<>	<>	1100
Coliformes	<>	<>	<>	<>	93
Termotolerantes (NMP/g)					
<i>E. coli</i> (Ausência ou presença)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>Salmonella</i> sp. (Ausência ou presença)	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Bolores e Leveduras (UFC/g)	0	1000	1000	1000	4000

*FP: formulação padrão; FI7,5 e FI15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por farinha integral de *T. molitor*, respectivamente; FH7,5 e FH15: substituição de 7,5% e 15% da farinha de trigo por hidrolisado proteico de *T. molitor*, respectivamente.

CONCLUSÕES

A substituição parcial da farinha de trigo por farinha integral e hidrolisado proteico de *Tenebrio molitor* em bolos do tipo inglês mostrou-se viável, sem comprometer significativamente as características físicas dos produtos. As variações observadas na cor e textura indicam que a adição de *T. molitor* pode influenciar positivamente a maciez dos bolos, embora também possa aumentar a presença de bolores e leveduras. No entanto, todas as amostras permaneceram dentro dos limites microbiológicos permitidos pela legislação brasileira, sugerindo que a incorporação de farinhas de insetos pode ser uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos de panificação inovadores e nutritivos.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

J.C.M.O.A. e I.L. procederam com a metodologia e experimentos. M.P.B. atuou na supervisão e análise dos dados, A.S.B. atuou na concepção, supervisão, análise dos dados, redação e revisão do trabalho.

Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem ao Instituto Federal de São Paulo, campus Capivari pela bolsa concedida e pelo apoio financeiro e ao Prof. Dr. Ruann Janser Soares de Castro, coordenador do Lab. de Bioquímica

de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade de Campinas pelo fornecimento do hidrolisado proteico de *T. molitor* utilizado no estudo.

REFERÊNCIAS

AMOAHA, I.; COBBINAH, J. C.; YEBOAH, J. A.; ESSIAM, F. A.; LIM, J. J.; TANDOH, M. A.; RUSH, E. Edible insect powder for enrichment of bakery products– A review of nutritional, physical characteristics and acceptability of bakery products to consumers. **Future Foods**, [s. l.], v. 8, p. 100251, 2023.

BRASIL; AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Instrução Normativa - IN nº 161. . 1 jul. 2022.

HALLÉN, E.; IBANOĞLU, Ş.; AINSWORTH, P. Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 63, n. 2, p. 177–184, 2004.

KIM, T.-K.; YONG, H. I.; KIM, Y.-B.; KIM, H.-W.; CHOI, Y.-S. Edible Insects as a Protein Source: A Review of Public Perception, Processing Technology, and Research Trends. **Food Science of Animal Resources**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 521–540, 2019.

LEGENDRE, T. S.; BAKER, M. A. Legitimizing Edible Insects for Human Consumption: The Impacts of Trust, Risk–Benefit, and Purchase Activism. **Journal of Hospitality & Tourism Research**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 467–489, 2022.

PAYNE, C. L. R.; SCARBOROUGH, P.; RAYNER, M.; NONAKA, K. A systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference values. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 47, p. 69–77, 2016.

POSSIDÓNIO, C.; PRADA, M.; GRAÇA, J.; PIAZZA, J. Consumer perceptions of conventional and alternative protein sources: A mixed-methods approach with meal and product framing. **Appetite**, [s. l.], v. 156, p. 104860, 2021.

QUEIROZ, L. S.; NOGUEIRA SILVA, N. F.; JESSEN, F.; MOHAMMADIFAR, M. A.; STEPHANI, R.; FERNANDES DE CARVALHO, A.; PERRONE, Í. T.; CASANOVA, F. Edible insect as an alternative protein source: a review on the chemistry and functionalities of proteins under different processing methods. **Heliyon**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. e14831, 2023.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, M.; BARROSO, F. G.; FABRIKOV, D.; SÁNCHEZ-MUROS, M. J. In Vitro Crude Protein Digestibility of Insects: A Review. **Insects**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 682, 2022.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4ª ed. São Paulo: Varela, 2010.