

BISCOITOS SEM GLÚTEN COM PSYLLIUM (*Plantago ovata*): DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E QUALIDADE NUTRICIONAL

Christine da Silva Macêdo¹.

¹Universidade do Estado do Pará (UEPA), Castanhal, Pará.

<http://lattes.cnpq.br/9549979734850809>

RESUMO: Este estudo avaliou o efeito da incorporação de psyllium (*Plantago ovata*) nas características nutricionais, microbiológicas e sensoriais de biscoitos sem glúten. Foram elaboradas quatro formulações: controle (F0) e adicionadas de 1,38% (F1), 2,76% (F2) e 4,14% (F3) de psyllium. A incorporação do ingrediente aumentou significativamente os teores de umidade, proteínas, cinzas e fibras alimentares, além de reduzir os carboidratos e o valor energético, sem alterar o conteúdo lipídico. O teor de fibras aumentou de 0,24 para 3,72 g/100 g entre F0 e F3. Todas as formulações apresentaram qualidade microbiológica satisfatória, com ausência de *Salmonella* spp. em 25 g e baixas contagens dos demais microrganismos avaliados. Na análise sensorial, F1 apresentou as maiores médias de aceitação, preferência de 53,3% e intenção de compra de 47,0%. Conclui-se que a incorporação de psyllium melhorou a qualidade nutricional dos biscoitos sem comprometer sua segurança microbiológica.

PALAVRAS-CHAVE: Psyllium. Produtos sem glúten. Fibra alimentar.

GLUTEN-FREE BISCUITS WITH PSYLLIUM (*Plantago ovata*): TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AND NUTRITIONAL QUALITY

ABSTRACT: This study evaluated the effect of psyllium (*Plantago ovata*) incorporation on the nutritional, microbiological, and sensory characteristics of gluten-free biscuits. Four formulations were developed: a control formulation (F0) and formulations containing 1.38% (F1), 2.76% (F2), and 4.14% (F3) psyllium. Psyllium incorporation significantly increased the moisture, protein, ash, and dietary fibre contents, while reducing the carbohydrate content and energy value, without significantly affecting the lipid content. Dietary fibre increased from 0.24 g/100 g in F0 to 3.72 g/100 g in F3. All formulations exhibited satisfactory microbiological quality, with the absence of *Salmonella* spp. in 25 g and low counts of the other microorganisms evaluated. In the sensory analysis, F1 achieved the highest mean acceptance scores, a preference rate of 53.3%, and a purchase intention of 47.0%. It was concluded that psyllium incorporation improved the nutritional quality of the biscuits without compromising their microbiological safety.

KEYWORDS: Psyllium. Gluten-free products. Dietary fiber

INTRODUÇÃO

A crescente valorização da saúde e do bem-estar tem provocado mudanças nos hábitos alimentares e ampliado a procura por alimentos de melhor qualidade nutricional. Esse comportamento está associado à maior compreensão da relação entre alimentação e desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como diabetes mellitus, hipertensão arterial e doenças cardiovasculares, além da busca por padrões alimentares mais equilibrados e sustentáveis (Baker et al., 2021).

Nesse contexto, observa-se maior interesse por produtos elaborados com ingredientes naturais, nutricionalmente relevantes e com menor utilização de aditivos artificiais. A expansão do consumo de alimentos orgânicos, sem glúten e com teores reduzidos de açúcares exemplifica essa tendência e tem estimulado a indústria alimentícia a reformular produtos convencionais e desenvolver novas alternativas. Ingredientes funcionais, como proteínas vegetais, ácidos graxos essenciais e fibras alimentares, vêm sendo incorporados às formulações com a finalidade de melhorar o perfil nutricional e contribuir para a promoção da saúde (Maruyama; Streletskaia; Lim, 2021).

Entre os consumidores que necessitam de produtos específicos encontram-se os indivíduos com doença celíaca, uma condição autoimune crônica desencadeada pela ingestão de glúten em pessoas geneticamente predispostas. A exposição ao glúten provoca inflamação da mucosa do intestino delgado, atrofia das vilosidades intestinais e comprometimento da absorção de nutrientes. As manifestações clínicas incluem diarreia, dor abdominal e perda de peso, podendo também ocorrer alterações extraintestinais, como osteoporose, anemia e infertilidade (Lebwohl et al., 2018).

O tratamento da doença celíaca consiste na exclusão permanente do glúten da alimentação, medida necessária para a recuperação da mucosa intestinal, o alívio dos sintomas e a prevenção de complicações em longo prazo. Entretanto, produtos sem glúten frequentemente apresentam menor teor de fibras, o que pode favorecer alterações do trânsito intestinal e inadequações nutricionais. Dessa forma, a incorporação de fibras solúveis, como o psyllium, constitui uma estratégia promissora para melhorar a qualidade nutricional e tecnológica desses alimentos (Rubio-Tapia et al., 2023).

O psyllium pode contribuir para a regularidade intestinal e para a redução da constipação, condição observada em alguns indivíduos após a adoção da dieta isenta de glúten (Makharia et al., 2015). Além disso, determinadas fibras alimentares podem exercer efeitos prebióticos, favorecendo micro-organismos benéficos e auxiliando na manutenção da microbiota intestinal, frequentemente alterada em pacientes com doença celíaca (Slavin, 2013). Assim, o desenvolvimento de produtos sem glúten adicionados de fibras representa uma abordagem relevante para ampliar o valor nutricional, a funcionalidade tecnológica e a diversificação alimentar destinada a esse público.

OBJETIVO

Avaliar o efeito da incorporação de diferentes concentrações de psyllium (*Plantago ovata*) sobre as características nutricionais, tecnológicas e sensoriais de biscoitos sem glúten, a fim de identificar a formulação com melhor equilíbrio entre composição nutricional e desempenho tecnológico.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Campus Castanhal, Pará, Brasil. Nesse local, foram realizadas as etapas de desenvolvimento das formulações, processamento dos biscoitos e análises físico-químicas e sensoriais. As análises microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Pará (UFPA), empregando-se métodos padronizados para a avaliação da qualidade higiênico-sanitária dos produtos.

Matérias-primas e materiais

Para a elaboração dos biscoitos sem glúten, foram utilizados farinha de arroz integral (Urbano), fécula de batata (Natu Qualy), açúcar demerara (Cauaxi), margarina (Primor), extrato de baunilha (Fleischmann), goma xantana (Naturefoods) e psyllium (*Plantago ovata*) (Seara). Os ingredientes foram adquiridos em estabelecimentos comerciais localizados no município de Castanhal, Pará, Brasil.

A seleção das matérias-primas considerou suas propriedades nutricionais e tecnológicas. A farinha de arroz e a fécula de batata constituíram a base amilácea da formulação, enquanto a goma xantana e o psyllium atuaram como hidrocoloides, contribuindo para a retenção de água, coesão da massa e formação da estrutura dos biscoitos. Essas propriedades são particularmente relevantes em produtos sem glúten, nos quais a ausência da rede proteica característica do trigo pode comprometer a consistência e a estabilidade da massa (Fradinho; Nunes; Raymundo, 2015).

O psyllium foi empregado também como fonte de fibra alimentar, com a finalidade de melhorar o perfil nutricional das formulações (Tahmouzi et al., 2026). De acordo com Belório; Gómez (2022) a capacidade de absorção de água e a formação de sistemas viscosos do psyllium, pode contribuir para a textura e a estabilidade de produtos de panificação sem glúten.

No processamento, foram utilizados balança analítica, liquidificador, recipiente para homogeneização dos ingredientes, forma retangular de alumínio com dimensões de 26 × 17 × 4,5 cm, papel-manteiga, rolo para laminação da massa, moldes retangulares e forno. O liquidificador foi empregado para reduzir a granulometria do açúcar demerara e favorecer sua distribuição na massa, enquanto os moldes permitiram padronizar o formato e as dimensões dos biscoitos.

Elaboração dos biscoitos sem glúten

Os biscoitos foram elaborados com adaptações da metodologia descrita por Mariani et al. (2015). Primeiramente, preparou-se um mix de farinhas sem glúten constituído por 32,83% de farinha de arroz integral, 65,67% de fécula de batata e 1,50% de goma xantana. A seguir, foram realizados testes preliminares para definir as concentrações mínima e máxima de psyllium capazes de proporcionar características adequadas de manipulação, laminação, moldagem e aceitação sensorial. Com base nesses ensaios, foram estabelecidas quatro formulações experimentais: F0 (controle, sem adição do psyllium), F1 (1,38 % de psyllium), F2 (2,76 % de psyllium) e F3 (4,14 % de psyllium), conforme apresentado na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Composição percentual das formulações de biscoitos sem glúten elaboradas com diferentes concentrações de psyllium (*Plantago ovata*)

Ingredientes	Formulação			
	F0	F1	F2	F3
Mix de farinhas	49,75	48,37	47,00	45,62
Psyllium	0	1,38	2,76	4,14
Açúcar demerara	24,85	24,85	24,85	24,85
Margarina	22,09	22,09	22,09	22,09
Água	2,76	2,76	2,76	2,76
Baunilha	0,55	0,55	0,55	0,55

Fonte: Autoras (2026).

Nota: F0 = formulação controle, sem psyllium; F1 = 1,38% de psyllium; F2 = 2,76% de psyllium; F3 = 4,14% de psyllium.

Todos os ingredientes foram pesados individualmente em balança analítica Shumadzu (modelo AUX220), de acordo com as proporções definidas para cada tratamento experimental. Em seguida, o mix de farinhas, o açúcar demerara e o psyllium foram adicionados a um recipiente e homogeneizados manualmente. A margarina, o extrato de baunilha e a água foram incorporados posteriormente. A mistura foi homogeneizada até a obtenção de uma massa coesa, uniforme e com consistência adequada às etapas subsequentes de laminação e moldagem. A massa foi posicionada entre duas folhas de papel-manteiga e laminada com auxílio de um rolo até atingir espessura aproximada de 0,6 cm. Posteriormente, foi cortada com moldes retangulares de aproximadamente 3,0 × 2,0 cm, assegurando maior uniformidade entre as unidades experimentais. Após a moldagem, os biscoitos foram distribuídos em formas de alumínio e mantidos sob refrigeração a 10 ± 2 °C durante 5 minutos. Essa etapa teve como finalidade aumentar a estabilidade da massa antes do cozimento. Em seguida, foram realizadas pequenas perfurações na superfície dos biscoitos com auxílio de um garfo, a fim de reduzir a formação de bolhas e deformações durante a cocção. Os biscoitos foram assados em forno previamente aquecido a 180 °C durante 20 minutos. Após o cozimento, os biscoitos permaneceram em resfriamento à temperatura ambiente (25 °C) até atingirem completa estabilização térmica. Posteriormente, foram acondicionados em embalagens plásticas de polietileno, seladas a

vácuo e mantidas fechadas até a realização das análises físico-químicas e microbiológicas. Todas as formulações foram produzidas em três repetições independentes, com o objetivo de assegurar maior reprodutibilidade ao processo experimental.

Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas para determinar a composição centesimal dos biscoitos e avaliar as alterações decorrentes da incorporação de diferentes concentrações de psyllium. Foram determinados os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibra alimentar e carboidratos, além do valor energético das formulações.

As determinações foram realizadas em triplicata, utilizando métodos oficiais da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2023). Os resultados foram expressos em gramas por 100 gramas de amostra (g/100 g), em base úmida. O teor de umidade foi determinado pelo método gravimétrico nº 934.01, mediante secagem das amostras em estufa com circulação de ar a 105 ± 2 °C até massa constante. O teor de cinzas foi determinado pelo método nº 942.05, por incineração das amostras até a obtenção do resíduo mineral. A concentração de proteínas foi determinada pelo método de Kjeldahl, conforme o método nº 960.52, mediante quantificação do nitrogênio total e conversão em proteína bruta utilizando-se o fator 6,25. O teor de lipídios foi determinado pelo método nº 920.39, por extração contínua em aparelho de Soxhlet, utilizando-se hexano como solvente extrator.

O teor de fibra alimentar total foi determinado pelo método enzimático-gravimétrico nº 991.43. Os carboidratos disponíveis foram estimados por diferença, considerando-se os componentes determinados experimentalmente, conforme a **Equação 1**.

Equação 1 – Cálculo do teor de carboidratos por diferença

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - [\text{U (\%)} + \text{P (\%)} + \text{L (\%)} + \text{C (\%)} + \text{FA (\%)}]$$

Sendo: U = umidade; P = proteínas; L = lipídios; C = cinzas; FA = fibra alimentar total.

O valor energético foi estimado com base nos fatores gerais de Atwater, adotando-se 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos disponíveis e 9 kcal/g para lipídios, conforme apresentado na **Equação 2**.

Equação 2 – Cálculo do valor energético

$$\text{Valor energético (kcal/100 g)} = (\text{P} \times 4) + (\text{L} \times 9) + (\text{CD} \times 4)$$

Sendo: P = teor de proteínas; L = teor de lipídios; CD = teor de carboidratos disponíveis.

Os resultados foram utilizados para comparar o efeito das diferentes concentrações de psyllium sobre a composição nutricional e o valor energético dos biscoitos sem glúten.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas para avaliar a qualidade higiênico-sanitária e a segurança das formulações. Embora os biscoitos geralmente apresentem reduzidos teores de umidade e atividade de água, essas características não eliminam a possibilidade de contaminação proveniente das matérias-primas, do processamento, da

manipulação ou das condições de armazenamento (Jay; Loessner; Golden, 2005). As determinações foram conduzidas em triplicata, de acordo com metodologias padronizadas e reconhecidas internacionalmente. Foram realizadas análises de enterobactérias, bolores e leveduras, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Bacillus cereus*. A enumeração de enterobactérias foi realizada pelo método de contagem de colônias, conforme estabelecido pela ABNT NBR ISO 21528-2:2020 (ABNT, 2020) utilizando-se o método de contagem de colônias. A enumeração de bolores e leveduras foi realizada conforme a ISO 21527-2:2008, aplicável a produtos com atividade de água igual ou inferior a 0,95 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2008). A pesquisa de *Salmonella* spp. foi realizada em 25 g de amostra, conforme o método horizontal estabelecido pela ISO 6579-1:2017, considerando-se as atualizações introduzidas pela ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020 (ISO, 2017, 2020). A enumeração de *Escherichia coli* β-glucuronidase positiva foi realizada conforme a ISO 16649-2:2001, empregando-se a técnica de contagem de colônias a 44 °C em meio cromogénico contendo 5-bromo-4-cloro-3-indolil-β-D-glucuronídeo (ISO, 2001). A enumeração de *Bacillus cereus* presuntivo foi realizada pela técnica de contagem de colônias a 30 °C, conforme a ISO 7932:2004, considerando-se os testes opcionais incluídos pela ISO 7932:2004/Amd 1:2020 (ISO, 2004, 2020). Os resultados foram interpretados de acordo com os critérios microbiológicos estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada nº 724, de 1º de julho de 2022, e pela Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, atualizada pela Instrução Normativa nº 313, de 2024.

Análise estatística

Os dados das análises físico-químicas foram inicialmente organizados em planilhas eletrônicas no Microsoft Excel® e, posteriormente, submetidos ao tratamento estatístico no programa SISVAR 6.6 (Ferreira, 2019). Os resultados foram expressos como média ± desvio-padrão. As diferenças entre as formulações foram avaliadas por análise de variância de um fator. Quando identificada diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises Físico-Químicas

A **Tabela 2** apresenta os resultados da caracterização físico-química das formulações de biscoitos sem glúten formuladas com diferentes concentrações de psyllium (*Plantago ovata*), permitindo analisar a influência da incorporação da fibra sobre os constituintes químicos e o valor nutricional dos produtos desenvolvidos.

Tabela 2 – Composição centesimal e valor energético (média ± desvio-padrão) das formulações de biscoitos sem glúten elaboradas com diferentes concentrações de psyllium (*Plantago ovata*)

Parâmetro (g/100g)	Amostra			
	F0	F1	F2	F3
Umidade	5,20 ^a ± 0,01	5,35 ^b ± 0,02	5,48 ^c ± 0,05	5,63 ^d ± 0,02
Proteínas	3,08 ^a ± 0,10	3,11 ^{ab} ± 0,07	3,14 ^{bc} ± 0,04	3,17 ^c ± 0,02
Lipídios	17,70 ^a ± 0,06	17,69 ^a ± 0,12	17,68 ^a ± 0,11	17,67 ^a ± 0,04
Cinzas	0,79 ^a ± 0,04	0,83 ^{ab} ± 0,04	0,86 ^{bc} ± 0,02	0,89 ^c ± 0,01
Fibra alimentar	0,24 ^a ± 0,10	1,40 ^b ± 0,06	2,56 ^c ± 0,11	3,72 ^d ± 0,10
Carboidratos	72,99 ^a ± 0,03	71,62 ^a ± 0,03	70,28 ^{ab} ± 0,01	68,92 ^b ± 0,02
Valor energético (kcal/100g)	462 ^a ± 0,02	457 ^b ± 0,01	452 ^c ± 0,02	447 ^d ± 0,02

Nota1: Médias ± desvio padrão com letras diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Nota2: F0 = formulação controle; F1 = 1,38%; F2 = 2,76%; F3 = 4,14% de psyllium.

Fonte: Autoras (2026).

O aumento da quantidade de psyllium promoveu alterações significativas na composição dos biscoitos ($p < 0,05$). A umidade aumentou de 5,20 para 5,63 g/100 g, com diferença entre todas as formulações. Tal comportamento que pode estar relacionado à elevada capacidade de retenção de água do psyllium. Belorio, Moralejo e Gómez (2021) também observaram aumento da umidade em cookies contendo psyllium, atribuído à elevada capacidade de absorção de água dessa fibra. Entretanto, Fradinho, Nunes e Raymundo (2015) observaram redução da umidade com o aumento do psyllium em biscoitos, indicando que esse efeito também depende da composição da formulação e das condições de processamento. O teor de fibra alimentar apresentou o aumento mais expressivo, passando de 0,24 g/100 g em F0 para 3,72 g/100 g em F3, correspondendo a um valor de 15,5 vezes superior ao controle (F0), com diferença significativa entre todas as formulações. Ocorreu também um aumento gradual de cinzas (0,79–0,89 g/100 g), sendo F0 e F3 estatisticamente diferentes. Esses resultados são coerentes com Raymundo, Fradinho e Nunes (2014), que demonstraram que o psyllium apresenta elevado teor de fibra alimentar e maior conteúdo de cinzas que a farinha utilizada na sua pesquisa. Fradinho, Nunes e Raymundo (2015) também verificaram aumento significativo das cinzas com a incorporação de psyllium em biscoitos.

Em relação as proteínas, apresentaram um aumento, de 3,08 para 3,17 g/100 g, com F3 apresentando o maior valor, enquanto os lipídios não diferiram significativamente entre as formulações ($p > 0,05$), permanecendo próximos de 17,7 g/100 g. Em contrapartida, os carboidratos diminuíram de 72,99 para 68,92 g/100 g e o valor energético apresentou

redução significativa de 462 para 447 kcal/100 g, equivalente a aproximadamente 3,2%. Dessa forma, a incorporação do psyllium promoveu principalmente enriquecimento em fibra alimentar e discreta redução da densidade energética, sem alterar significativamente o teor lipídico dos biscoitos.

Análises Microbiológicas

Os resultados microbiológicos demonstraram que todas as formulações de biscoitos sem glúten, independentemente da concentração de psyllium (*Plantago ovata*), apresentaram qualidade higiênico-sanitária satisfatória. As contagens de enterobactérias, bolores, leveduras e *Escherichia coli* foram inferiores a $1,0 \times 10^1$ UFC/g, enquanto *Bacillus cereus* apresentou valores inferiores a $1,0 \times 10^2$ UFC/g. Além disso, verificou-se ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de amostra.

As baixas contagens observadas indicam que as matérias-primas, as condições de processamento, a manipulação e o armazenamento foram adequados, evidenciando a aplicação efetiva das Boas Práticas de Fabricação. A reduzida umidade e atividade de água dos biscoitos também contribuíram para limitar o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos, especialmente bolores, leveduras e *B. cereus* (Jay; Loessner; Golden, 2005).

Resultados semelhantes foram relatados em biscoitos adicionados de psyllium e outros ingredientes funcionais, nos quais a incorporação de fibras não comprometeu a estabilidade microbiológica dos produtos (Dündar; Şahin; Sarıcaoğlu, 2023). A ausência de *Salmonella* spp. reforça a inocuidade das formulações, uma vez que esse patógeno constitui importante agente de doenças transmitidas por alimentos (Forsythe, 2020). Todas as formulações atenderam aos critérios microbiológicos estabelecidos pela RDC nº 724/2022 e pela IN nº 161/2022, atualizada pela IN nº 313/2024. Portanto, a incorporação de psyllium não comprometeu a segurança microbiológica dos biscoitos, confirmando sua viabilidade para o desenvolvimento de produtos sem glúten seguros e tecnologicamente estáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de psyllium (*Plantago ovata*) melhorou o perfil nutricional dos biscoitos sem glúten, promovendo aumento dos teores de fibras alimentares, proteínas e cinzas, além da redução dos carboidratos e do valor energético, sem alterar significativamente o conteúdo lipídico. Todas as formulações apresentaram qualidade microbiológica satisfatória, com ausência de *Salmonella* spp. em 25 g e baixas contagens dos demais microrganismos avaliados, demonstrando que a adição de psyllium não comprometeu a segurança nem a estabilidade microbiológica dos produtos.

REFERÊNCIAS

AOAC INTERNATIONAL. *Official methods of analysis of AOAC INTERNATIONAL*. 22. ed. Oxford: Oxford University Press, 2023. DOI: 10.1093/9780197610145.001.0001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 21528-2:2020: microbiologia da cadeia produtiva de alimentos — método horizontal para a detecção e enumeração de Enterobacteriaceae — Parte 2: método de contagem de colônias. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BAKER, Phillip; LACY-NICHOLS, Jennifer; WILLIAMS, Owain; LABONTÉ, Ronald. The political economy of healthy and sustainable food systems: an introduction to a special issue. *International Journal of Health Policy and Management*, [S. l.], v. 10, n. 12, p. 734–744, 2021. DOI: 10.34172/ijhpm.2021.156.

BELORIO, Mayara; GÓMEZ, Manuel. Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 62, n. 2, p. 527–538, 2022. DOI: 10.1080/10408398.2020.1822276.

BELORIO, Mayara Lopes de Silva; MORALEJO, Cecilia; GÓMEZ PALLARÉS, Manuel. Assessing the influence of psyllium as a fat substitute in wheat and gluten-free cookies. *Food Science and Technology International*, [S. l.], v. 27, n. 8, p. 693–701, 2021. DOI: 10.1177/1082013220981332.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada — RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 126, p. 205, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa — IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 126, p. 235–238, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa — IN nº 313, de 4 de setembro de 2024. Altera a Instrução Normativa — IN nº 161, de 1º de julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 172, p. 70, 5 set. 2024.

DÜNDAR, Ayşe Neslihan; ŞAHİN, Oya Irmak; SARICAOĞLU, Furkan Türker. Low-fat cookies with *Chlorella vulgaris*: effects on dough rheology, physical, textural and sensory properties of cookies. *Gıda – The Journal of Food*, [S. l.], v. 48, n. 3, p. 526–544, 2023. DOI: 10.15237/gida.GD22076.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529–535, 2019. DOI: 10.28951/rbb.v37i4.450.

FORSYTHE, Stephen J. *The microbiology of safe food*. 3. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2020. 608 p.

FRADINHO, Patricia; NUNES, Maria Cristiana; RAYMUNDO, Anabela. Developing consumer acceptable biscuits enriched with psyllium fibre. *Journal of Food Science and Technology*, [S. l.], v. 52, n. 8, p. 4830–4840, 2015. DOI: 10.1007/s13197-014-1549-6.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 21527-2:2008: *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds — Part 2: Colony count technique in products with water activity less than or equal to 0,95*. Geneva: ISO, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 6579-1:2017/Amd 1:2020: *Microbiology of the food chain — Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella — Part 1: Detection of Salmonella spp. — Amendment 1: Broader range of incubation temperatures, amendment to the status of Annex D, and correction of the composition of MSRV and SC*. Geneva: ISO, 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 16649-2:2001: *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of beta-glucuronidase-positive Escherichia coli — Part 2: Colony-count technique at 44 degrees C using 5-bromo-4-chloro-3-indolyl beta-D-glucuronide*. Geneva: ISO, 2001.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7932:2004: *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus — Colony-count technique at 30 degrees C*. 3rd ed. Geneva: ISO, 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7932:2004/Amd 1:2020: *Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the enumeration of presumptive Bacillus cereus — Colony-count technique at 30 degrees C — Amendment 1: Inclusion of optional tests*. Geneva: ISO, 2020.

JAY, James M.; LOESSNER, Martin J.; GOLDEN, David Allen. *Modern food microbiology*. 7. ed. New York: Springer, 2005. DOI: 10.1007/b100840.

LEBWOHL, Benjamin; SANDERS, David S.; GREEN, Peter H. R. Coeliac disease. *The Lancet*, [S. l.], v. 391, n. 10115, p. 70–81, 2018. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)31796-8.

MARIANI, Marieli; OLIVEIRA, Viviani Ruffo de; FACCIN, Rafaela; RIOS, Alessandro de Oliveira; VENZKE, Janaina Guimarães. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 18, n. 1, p. 70–78, 2015. DOI: 10.1590/1981-6723.6514.

MARUYAMA, Sara; STRELETSKAYA, Nadia A.; LIM, Juyun. Clean label: why this ingredient but not that one? *Food Quality and Preference*, [S. l.], v. 87, art. 104062, 2021. DOI: 10.1016/j.foodqual.2020.104062.

RAYMUNDO, Anabela; FRADINHO, Patrícia; NUNES, Maria Cristiana. Effect of psyllium fibre content on the textural and rheological characteristics of biscuit and biscuit dough. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 96–105, 2014. DOI: 10.1016/j.bcdf.2014.03.001

RUBIO-TAPIA, Alberto; HILL, Ivor D.; SEMRAD, Carol; KELLY, Ciarán P.; GREER, Katarina B.; LIMKETKAI, Berkeley N.; LEBWOHL, Benjamin. American College of Gastroenterology guidelines update: diagnosis and management of celiac disease. *The American Journal of Gastroenterology*, [S. l.], v. 118, n. 1, p. 59–76, 2023. DOI: 10.14309/

ajg.0000000000002075.

SLAVIN, Joanne. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients*, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 1417–1435, 2013. DOI: 10.3390/nu5041417.

TAHMOUZI, Sima; HEYDARI-MAJD, Mojtaba; DALIRI, Hesam; KARIMI, Javaneh; ZARE, Leila; MEFTAHIZADEH, Heidar; MOLLAKHALILI MEYBODI, Neda. Impacts of plant-derived hydrocolloids on technological characteristics of gluten-free bakery products: a comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, [S. l.], v. 25, n. 1, e70339, 2026. DOI: 10.1111/1541-4337.70339.