



FARINHA DE CASCA DE MANGA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL: EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO PARCIAL NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS E TECNOLÓGICAS DE MASSAS ALIMENTÍCIAS

Iana Mascarenhas Oliveira Carneiro¹; Laís Maciel Rodrigues²; Ercília Valverde Silva Mota³; Bruna Lana Oliveira Peixoto³; Geisiane dos Santos Silva²; Raíne Santos Veloso¹; Geany Peruch Camilloto⁴; Renato Souza Cruz^{4*}

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia/UEFS;

²Doutoranda do Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos/UFBA;

³Mestranda do Programa de pós-graduação em Ciência de Alimentos/UFBA;

⁴Dr(a). Professor(a), Departamento de Tecnologia/UEFS.

*E-mail para correspondência: cruz.rs@uefs.br

RESUMO: A busca por alimentos mais saudáveis e com maior valor nutricional tem impulsionado as indústrias alimentícias a desenvolverem produtos inovadores. Uma alternativa viável para atender essa crescente demanda encontra-se na incorporação de ingredientes funcionais em produtos tradicionais, decorrente do aproveitamento de resíduos agroindustriais. Diante desse cenário, este exposto tem por objetivo avaliar o efeito da substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de casca de manga nas propriedades reológicas e tecnológicas de massas alimentícias. Para isso, determinou-se as formulações através do Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), utilizando a porcentagem de substituição como variável independente. A farinha foi submetida a análises reológicas de resistência à extensão (RE) e extensibilidade (E). Na massa, realizou-se avaliações físicas e de textura. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados analisados comprovaram que a adição de farinha de casca de manga influenciou significativamente a absorção de água e o desempenho da massa, devido, principalmente, ao elevado teor de fibras, impactando a formação da rede de glúten e das propriedades tecnológicas. Por outro lado, para o parâmetro de firmeza, não deferiu significativamente do controle, indicando a viabilidade de substituições parciais. Portanto, conclui-se que a aplicação desse resíduo agroindustrial em massas alimentícias apresenta potencial para o desenvolvimento de produtos com valor agregado, desde que sejam estabelecidos níveis adequados de substituição capazes de manter a qualidade tecnológica do produto.

Palavras-chave: farinha sucedânea; resíduo agroindustrial; comportamento tecnológico; qualidade da massa.

INTRODUÇÃO

A farinha de trigo é o principal ingrediente utilizado na preparação de massas alimentícias, sendo obtida predominantemente a partir da sêmola do trigo duro (Zingale *et al.*, 2023). Sua qualidade tecnológica depende de fatores intrínsecos à matéria-prima, tais como o tipo de trigo, a origem geográfica, as condições climáticas de cultivo e a safra, que influenciam diretamente a composição química do grão, e consequentemente impactam nas propriedades reológicas e no desempenho da farinha nos diferentes processos industriais (Itusaca-Maldonado *et al.*, 2024).

Nesse contexto, Adbo, *et al.* (2024) alegam que, o enriquecimento da farinha de trigo com fibras não convencionais oriundas de resíduos agroindustriais tem impulsionado o desenvolvimento de farinhas sucedâneas como uma alternativa promissora aos obstáculos tecnológicos encontrados, pois, além de agregar valor nutricional e funcional, contribui para a valorização de coprodutos e para a inovação e sustentabilidade na indústria de alimentos. A exemplo tem-se a farinha de casca de manga.

Normalmente, as cascas dessa fruta são descartadas como resíduos e se tornam uma fonte de poluição. Mas estudos recentes demonstraram que são uma boa fonte de polifenóis, carotenoides, flavonoides, antocianinas, vitaminas e outras substâncias bioativas com diversos benefícios para a saúde (Islan *et al.*, 2021; Marcillo-Parra *et al.*, 2021), além de possuir elevado teor de fibras alcançando valores de até 12,5% (Akinyemi *et al.*, 2025). Entretanto, a incorporação de ingredientes ricos em fibras pode comprometer a estrutura da massa, culminando em desafios tecnológicos, como redes de glúten enfraquecidas, qualidades de cozimento comprometidas e alterações nas propriedades texturais e atributos sensoriais das massas alimentícias (Karimi *et al.*, 2026).

Segundo Bianchi *et al.* (2022), ainda existem lacunas na compreensão de como coprodutos funcionais afetam as propriedades reológicas da massa e a rede de glúten, bem como sua incorporação sem prejuízo à qualidade dos produtos. Diante disso, o presente exposto tem como objetivo avaliar a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de manga e analisar seus efeitos sobre as propriedades reológicas e tecnológicas de massas alimentícias, como forma de compreender os impactos dessa incorporação no comportamento da massa e na sua qualidade final.

MATERIAL E MÉTODOS

Farinha de casca de manga (FCM) – As cascas de manga, doadas pela Cooperativa Coopersabor, foram lavadas e secas em estufa a 60 °C até peso constante. Em sequência, foram trituradas em moinho e armazenadas em recipiente fechado, ao abrigo da luz, até as análises.

Granulometria da farinha - A granulometria da farinha foi determinada conforme o método nº 66-20 da AACC (1995).

Análise reológica – Aplicou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), para definir as concentrações utilizadas na pesquisa, onde 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farinha de casca de manga foram adicionados à farinha de trigo com o auxílio de um texturômetro TA-XT plus. Os parâmetros avaliados na massa foram resistência à extensão (RE) e extensibilidade (E), segundo metodologia de Boita *et al.* (2016).

Massa alimentícia - A formulação do macarrão foi definida a partir de três pontos, conforme tratamento estatístico. Os ingredientes secos foram misturados por 2 minutos, seguidos da adição de óleo e água, com homogeneização por mais 3 minutos. A massa foi extrusada e seca a 50 °C por 3 horas. Posteriormente, foram realizadas análises físicas e de textura em texturômetro TA-XT Plus, conforme método 66-50 da AACC (2000).

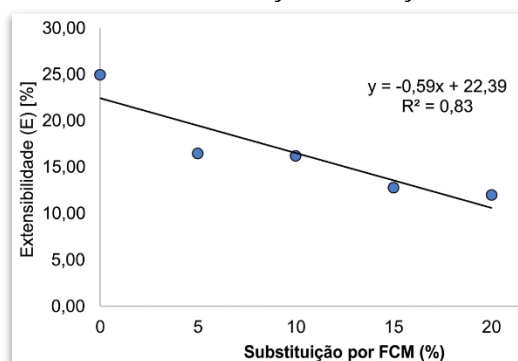
Tratamento estatístico - Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Adicionalmente, os dados foram avaliados por meio de modelagem estatística, a fim de verificar o efeito da variável independente (% de substituição) sobre os parâmetros de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A farinha de casca de manga apresentou granulometria predominantemente grossa, com 60,13% retido na peneira de 0,355 mm. Para Brito *et al.* (2019), esse efeito pode ser atribuído ao elevado teor de fibras, que impossibilita a trituração em pequenas partículas.

Com base na análise reológica, observou-se que o modelo ajustado para resistência à extensão não demonstrou significância estatística ($p > 0,05$). Por outro lado, a extensibilidade apresentou modelo significativo ($p < 0,05$), evidenciando redução linear com o aumento da concentração de farinha (Figura 1). Esse comportamento sugere que a incorporação da farinha compromete a capacidade de deformação da massa, possivelmente devido à presença de fibras que interferem na rede de glúten (Zhou; Wu; Xinyang, 2025). Esses resultados indicam que a substituição com farinha de casca de manga impacta principalmente a extensibilidade, parâmetro fundamental para a qualidade tecnológica de massas.

Figura 1 – Extensibilidade da massa em função da adição de farinha de casca de manga



Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, é possível observar que a adição de farinha de casca de manga influenciou significativamente o tempo de cozimento e a absorção de água das massas, promovendo redução desses parâmetros com o aumento da substituição. Para Karim *et al.*, (2023), isso ocorre, possivelmente, devido à diluição do glúten e à presença de fibras, que facilitam a entrada de água e modificam a estrutura da matriz. Por outro lado, a perda de sólidos não apresentou diferença significativa, embora tenha atingido valores próximos ou superiores ao limite para massas de boa qualidade, sugerindo possível influência da matéria-prima utilizada (Hummel, 1966). Em relação à textura, os parâmetros de firmeza e força de cisalhamento não foram significativamente afetados, indicando que a incorporação de 20% de farinha de casca de manga não comprometeu a resistência mecânica das massas, mantendo características semelhantes à formulação controle.

Tabela 1 – Parâmetros físicos e de textura avaliados na massa alimentícia

Substituição %	Tempo de cozimento (min:s)	Absorção de água (%)	Perda de sólidos (%)	Firmeza	Força de cisalhamento
0	9:30 ^a	254,05 ± 5,22 ^a	8,77 ± 0,56 ^a	192,25 ± 9,93 ^a	11,38 ± 0,38 ^a
10	5:30 ^b	215,85 ± 5,29 ^b	9,64 ± 0,88 ^a	211,09 ± 8,92 ^a	13,09 ± 1,01 ^a
20	4:00 ^c	208,46 ± 3,38 ^b	10,42 ± 0,61 ^a	204,09 ± 15,62 ^a	11,36 ± 0,96 ^a

* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÃO

De acordo com o que foi apresentado nesse exposto, observa-se que a incorporação da farinha de casca de manga, influencia significativamente as propriedades reológicas e tecnológicas de massas alimentícias. A presença de fibras ocasiona alterações na capacidade de absorção de água, na formação da rede de glúten e no comportamento viscoelástico da massa, impactando na performance de parâmetros significativos como extensibilidade e resistência, o que, consequentemente, compromete a qualidade do produto final.

Contudo, é válido ressaltar que o uso de um ingrediente alternativo para enriquecer a farinha de trigo convencional, apresenta elevado potencial no que tange o setor de inovação e desenvolvimento de novos produtos, agregando valor nutricional e funcional. Assim, o desafio estar em determinar níveis adequados de substituição que proporcionem qualidade nutricional e tecnológica com viabilidade produtiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores envolvidos nesta pesquisa agradecem a Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS por todo material e infraestrutura cedidos para execução das atividades.

REFERÊNCIAS

- AACC. 1995; 2000. Approved Methods of the *American Association of Cereal Chemists*. 9th ed., Method n° 66–20, Minneapolis, MN; 10th ed., Method n° 66–50, St. Paul, MN.
- ABDO, E. M *et al.* Pasta enriched with defatted sesame flour and yellow pepper: evaluation of physicochemical properties, protein quality and antioxidant potential. *Applied Food Research*, v. 4, n. 2, 100602, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100602>
- AKINYEMI, O. A. O *et al.* Optimization of composite flours of wheat, high-quality cassava, mango peel and soybean to achieve ideal nutritional composition, antioxidant properties and sensory acceptability of pasta. *Food and Humanity*, v. 5, dez. 2025, 100632. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2025.100632>
- BIANCHI, F *et al.* Fortification of fresh durum wheat pasta with maqui (*Aristotelia chilensis*) and its effects on technological, nutritional, sensory properties and predicted glycemic index. *Food and Bioprocess Technology*, v. 15, p. 1563–1572, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02838-9>.
- BOITA, E. R. F *et al.* Rheological properties of wheat flour dough and pan bread with wheat bran. *Journal of Cereal Science*, v. 71, p. 177–182, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.08.009>.
- BRITO, T. B *et al.* Fruit and vegetable residue flours with different granulometric ranges as raw material for the preparation of pectin-enriched biodegradable films. *Food Research International*, v. 121, p. 412–421, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.048>.
- HUMMEL, C. *Macaroni products: manufacture, processing and packing*. London: Food Trade Press, 1966. 287 p.
- ISLAM, M. R *et al.* Fruit by-products: potential natural sources of antioxidants and α -glucosidase inhibitors. *Journal of Food Science and Technology*. v. 58, n. 8, p. 1715 – 1726, 2021. DOI: [0.1007/s13197-020-04681-2](https://doi.org/10.1007/s13197-020-04681-2).
- ITUSACA-MALDONADO, Y. M *et al.* Technological and textural properties of gluten-free quinoa-based pasta (*Chenopodium quinoa* Wild). *Heliyon*, v. 10, n. 7, e28363, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28363>.
- KARIM, A *et al.* A review on the hydration properties of dietary fibers derived from food waste and their interactions with other ingredients: opportunities and challenges for their application in the food industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 64, n. 32, p. 11722–11756, 2023. DOI: [10.1080/10408398.2022.2108343](https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2108343).
- KARIMI, A *et al.* Pasta enriched with corn fiber gum: Impacts on cooking quality, texture and in vitro starch digestibility. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 350, p. 151023, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2026.151023>.
- MARCILLO-PARRA, V *et al.* Characterization and quantification of bioactive compounds and antioxidant activity in three different varieties of mango peel (*Mangifera indica* L.) from the Ecuadorian region using HPLC-UV/VIS and UPLC-PDA. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 23, p. 1–7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.001>
- ZINGALE, S; *et al.* Factors Affecting the Nutritional, Health, and Technological Quality of Durum Wheat for Pasta-Making: A Systematic Literature Review. *Plants*, v. 12, n. 3, p. 530, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12030530>.
- ZHOU, X.; WU, S.; XINYANG, S. The combination of enzymes in improving the quality of fiber-enriched products: effects of interactions between dietary fiber, gluten proteins, and starch granules on the rheological properties of the dough and on bubble dynamics. *Foods*, v. 14, n. 22, p. 3963, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods14223963>.