

DESENVOLVIMENTO DE MASSAS ALIMENTÍCIAS *PLANT-BASED* COM FARINHAS ALTERNATIVAS ISENTAS DE GLÚTEN

ELLEN N. MARÇAL^{1*}
DÉBORA K. GODINHO¹
ALINE N. OLIVEIRA²
BEATRIZ C. B. BARROS⁴
ELIANE D. G. DANESI³

As massas alimentícias são um dos produtos mais consumidos mundialmente, de fácil preparo e contribuem com o aporte calórico. O principal ingrediente destas é a farinha de trigo que é proibitivo para pessoas intolerantes ao glúten. Assim, buscar novas fontes vegetais, como a farinha de sorgo e farinhas de subprodutos de palmito e mandioca, para substituição do trigo em massas devem ser estudadas. Os grãos de sorgo e subprodutos industriais foram obtidos a partir de doações e padronizados para uso. As formulações estudadas variaram na concentração de cada uma das farinhas e tiveram como base a farinha de arroz. Foram realizadas análises de composição proximal, compostos fenólicos e antioxidantes por DPPH e tecnológicas das massas. As massas com maiores substituições da farinha de arroz pelas de subprodutos apresentaram valores superiores de fibras que variaram de 15,42-24,93 g.100g⁻¹, cinzas de 1,91-2,92 g.100g⁻¹, lipídios de 3,37 a 5,84 g.100g⁻¹. Com relação à umidade e proteínas não houve diferença significativa entre as amostras. O teor de compostos fenólicos (16,98-28,7 mgEAG.mL⁻¹) e antioxidantes (85,48-72,24% Inibição) foram favorecidos pela incorporação das farinhas estudadas e diminuição da proporção de farinha de arroz. As análises tecnológicas de tempo de cozimento (5-7,6 min) e absorção de água (93,43-112,81%) foram próximos aos considerados padrões e perda de sólidos de 5,54 a 15,39% foram influenciados pelo teor de fibras. Portanto o desenvolvimento de massas alimentícias a partir das farinhas de sorgo, palmito e farelo de mandioca são uma opção viável para intolerantes ao glúten e população geral.

PALAVRAS-CHAVE: SORGO BRANCO, PALMITO PUPUNHA, MANDIOCA, FIBRAS ALIMENTARES.

¹Discente de Pós-Graduação, Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEPG

²Discente de Graduação, Engenharia de Alimentos/UEPG

³Docente, Engenharia e Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEPG

⁴Docente, Tecnologia/UEM

*E-mail para correspondência:ellen_marcal.9@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Não se sabe ao certo onde surgiram as massas alimentícias, pois muitos povos estão envolvidos, a teoria mais aceita é de que os árabes trouxeram essa iguaria à Itália no séc. IX, que foram responsáveis por aprimorar e divulgar esse alimento para o mundo. No Brasil apresentam um grande consumo entre toda a população, segundo dados da ABIMAPI em 2021 foi comercializado 12,63 bilhões de reais em massas alimentícias industrializadas, 1,37 milhões de toneladas de produto (ABIMAPI, 2022).

Considerando o alto consumo e a importância do macarrão destaca-se a necessidade de alternativas que atendam a demanda crescente de alimentos para fins especiais, saudáveis, práticos e sustentáveis, principalmente para portadores de intolerância ao glúten. Esse público necessita de alimentos com seu valor nutricional melhorado sem afetar as características tecnológicas e sem comprometer a aceitação sensorial (SCHMIELEI et al., 2013).

Contudo, a substituição do trigo é um grande desafio, devido às propriedades reológicas que o glúten proporciona. As farinhas provenientes de subprodutos agroindustriais são excelentes matérias-primas para estudo, pois contêm muitos atributos que são propícios ao desenvolvimento de produtos alimentares com alta qualidade nutricional e compostos bioativos (OLIVEIRA et al., 2020; COMETTANT-RABANAL et al., 2021).

Deste modo, estudar a aplicação de subprodutos agroindustriais em produtos panificados como massas é importante, pois são materiais mais econômicos e muitos são considerados ingredientes funcionais, tendo altos níveis de vitaminas, antioxidantes, fibras e proteínas e constitui o objetivo desse trabalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O farelo de mandioca, resíduo de fecularias, foi doado pela indústria Lorenz (Umuarama/PR) e foi desidratado e moído (moinho de facas Willye SL-031, SOLAB). Os grãos de sorgo foram doados pela AGR-8 Soluções em Agronegócio de Londrina/PR. No processamento da farinha, foi realizada lavagem e retirada de matérias estranhas, desidratação em estufa de circulação forçada a temperatura de 40°C por 24 h e moagem moinho de rotor tipo ciclone STAR-FT51®. Os subprodutos gerados no processamento de palmito pupunha foram doados pela Frateli (Guaraqueçaba/PR). A parte basal da haste foi picada, lavada e sanitizada, desidratada em estufa de circulação forçada a 40°C por 24 h. Para obtenção da farinha, passou por moagem em moedor STAR-FT51® (DANESI et al., 2018). Outros produtos foram adquiridos em Ponta Grossa/PR.

2.2 Procedimento experimental

2.2.1 Produção das massas

A base escolhida para as massas foi a farinha de arroz (FA), que já é comercializada com frequência. A quantidade de FA e de água foram adaptáveis de acordo com o ensaio, se adequando às necessidades da massa. Outros ingredientes como óleo de soja (3%), sal (1%), goma xantana (1%) e psyllium (5%) permaneceram constantes nos testes. A formulação não conteve produtos que estejam indicados que possam conter glúten e nem que tenham origem animal. Para a produção dos macarrões, foram testadas diferentes proporções das farinhas (Tabela 1 e Figura 1).

TABELA 1: FORMULAÇÕES USADAS PARA ELABORAÇÃO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

Ensaio	Farinha de Palmito (FP)	Farinha de Sorgo (FS) (%)	Farinha de Mandioca (FM) (%)	Farinha de Arroz (FA)
1	5	30	5	50
2	15	30	5	40
3	15	30	15	30
4	15	60	5	10
5	15	60	15	0

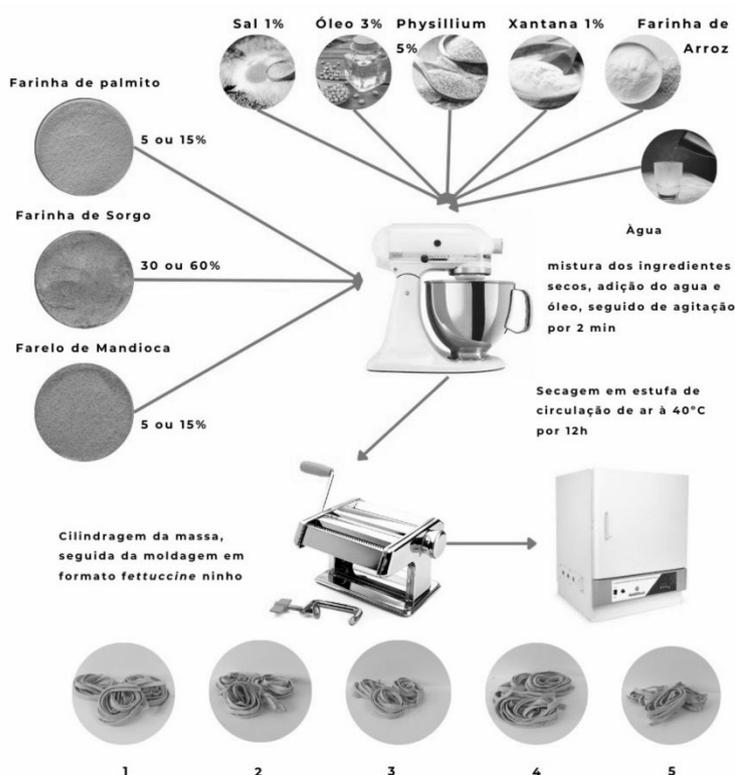


FIGURA 1: FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO DAS MASSAS ALIMENTÍCIAS

As massas foram produzidas a partir da mistura e homogeneização dos materiais secos em batedeira planetária (KitchenAid- K45SS), com a adição da água e mistura até a formação da liga e consistência desejada. Foram processados em máquina de extrusão e modelagem, em formato *fettuccine*. As

massas foram secas em estufa com circulação de ar a 40°C por 12 h, e armazenadas em sacos plásticos ao abrigo da luz e do ar ambiente.

2.2.2 Composição proximal, compostos fenólicos e atividade antioxidante

A composição proximal das farinhas foi realizada pelas metodologias oficiais propostas pela AOAC (2005), a umidade (método nº 925.09), cinzas (método nº 923.03) e lipídios (método nº 920.85). O cálculo do teor de proteínas usou 6,25 como fator de conversão (método nº 920,87). Os teores de fibras foram determinados pelo método enzimático-gravimétrico (método nº 985.29). Os carboidratos foram calculados por diferença dos outros componentes e o valor calórico foi obtido pelo cálculo das quantidades dos componentes por seus respectivos teores calóricos.

Os extratos para as análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante foram obtidos a partir de 1 g de amostra em 30 mL de etanol 80%, sendo submetidos à agitação em banho ultrassom a temperatura ambiente durante 3 h e a seguir foram centrifugadas a 1000xg por 20 min, segundo Bolanho *et al.* (2014) com modificações. Os teores de compostos fenólicos foram determinados pela metodologia de Folin-Ciocalteu modificado para microplacas (SINGLETON; ROSSI, 1965). A determinação da atividade antioxidante pelo método do radical DPPH foi feita com uma incubação em solução metanoica e DPPH em microplacas (BRAND-WILLIAMS, CUVELIER; BERSET, 1995). Os resultados foram expressos em % de Inibição.

2.2.3 Avaliação Tecnológica

Para o tempo de cozimento (TC), uma quantidade conhecida de amostra, 10 g, foi colocada em 400 mL de água em ebulição, a cada 30 s retirou-se uma parte da amostra para avaliar o desaparecimento do núcleo branco (AACC, 2000). A absorção de água (AA) foi feita a partir de 10 g de amostra colocadas em 400 mL de água fervente pelo tempo ótimo de cozimento, então a massa foi drenada, reservando a água para uso em outras análises, e pesada. A partir da água reservada do cozimento, uma alíquota de 10 mL foi levada à estufa em uma placa de petri, já preparada, a 105°C até peso constante. A perda de sólidos solúveis (OS) é dada pela porcentagem de sólidos solúveis presentes na água de cozimento e calculada como uma porcentagem do material de partida, segundo Paiva (2019). Foram realizados testes em produto com glúten comercial para comparação (dados não publicados).

2.2.4 Análise Estatística

Os resultados das análises (triplicatas) foram apresentados com as médias e desvios padrões. Foi realizada análise estatística de variância (ANOVA) seguida do teste de Fisher para identificar as diferenças significativas entre as médias ($p > 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição das massas elaboradas está na Tabela 2. O teor de umidade é um importante parâmetro, pois se estiver alto pode comprometer a estabilidade no armazenamento. Bolarinwa e Oyesiji (2021), em massas com mix de farinhas de arroz, soja e fécula de mandioca obtiveram valores entre 10,02 a 11,34 g.100g⁻¹.

TABELA 2: COMPOSIÇÃO PROXIMAL DAS MASSAS SECAS ELABORADAS

	Umidade (g.100g ⁻¹)	Proteínas (g.100g ⁻¹)	Fibras (g.100g ⁻¹)	Lipídios (g.100g ⁻¹)	Cinzas (g.100g ⁻¹)	Carb. (g.100g ⁻¹)	Valor Energético (kcal/100g)
1	10,44 ^A ±0,03	8,05 ^A ±0,01	15,42 ^D ±0,41	3,87 ^B ±0,09	1,91 ^D ±0,01	60,28	310,01
2	10,98 ^A ±0,06	7,44 ^A ±0,09	17,44 ^C ±0,07	4,07 ^B ±0,21	2,46 ^C ±0,01	57,58	296,76
3	11,33 ^A ±0,75	7,18 ^A ±0,35	20,72 ^B ±0,11	4,08 ^B ±0,01	2,66 ^B ±0,02	54,06	281,73
4	10,04 ^A ±0,19	8,29 ^A ±0,02	20,34 ^B ±0,09	5,32 ^A ±0,05	2,69 ^B ±0,01	53,30	294,29
5	10,34 ^A ±0,38	6,94 ^A ±1,02	24,32 ^A ±0,90	5,24 ^A ±0,16	2,91 ^A ±0,01	50,23	275,83

Resultados apresentam médias ± desvio padrão, letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença estatística (p<0,05) entre si.

O teor de proteínas não teve variância significativa (p<0,05) e ficaram abaixo dos valores de massas com 100% sorgo (12,34 g.100g⁻¹) e mix de farinha de milho e sorgo (9,46-10,37 g.100g⁻¹) (PAIVA *et al.*, 2019; IKUJENLOLA, 2016). Os valores de lipídios variaram entre 3,87-5,24 g.100g⁻¹, resultados próximos aos encontrados por Ferreira *et al.* (2016) (4,41-4,86 g.100g⁻¹) em massas secas elaboradas com diferentes proporções de farinhas de sorgo, milho, arroz e batata. As cinzas das massas com menor percentual de farinha de arroz foram superiores. O teor de carboidratos e valores energéticos teve uma correlação positiva com o teor de farinha de arroz, pois as farinhas de palmito e de mandioca apresentam altos teores de fibras de 65,8 g.100g⁻¹ (DANESI *et al.*, 2018) e 47,25 g.100g⁻¹ respectivamente (RONKO *et al.*, 2021).

As fibras foram os resultados mais favorecidos pela incorporação das farinhas, sendo o maior valor com a maior quantidade de farinhas de palmito e de mandioca (24,32 g.100g⁻¹). Os valores foram superiores aos relatados em outros estudos, 1,32 g.100g⁻¹ em massas com farinha de soja (BOLARINWA e OYESIJI, 2021), 8,20 g.100g⁻¹ para massas com 100% farinha de sorgo (PAIVA *et al.*, 2019). Khatri *et al.* (2023) conseguiram elevar o teor de fibras de 7,56 para 18,0 g.100g⁻¹ com adição de farinha de quinoa.

TABELA 3: COMPOSTOS FENÓLICOS E ANTIOXIDANTES DAS MASSAS ELABORADAS

	Compostos Fenólicos (mg EAG.mL ⁻¹)	Antioxidantes por DPPH (%Redução)
1	16,98 ^C ±0,16	84,68 ^D ±0,81
2	23,02 ^B ±0,29	85,48 ^D ±0,73
3	23,64 ^B ±0,14	82,60 ^C ±2,29
4	25,98 ^{AB} ±0,12	75,16 ^B ±1,52
5	28,70 ^A ±0,11	72,24 ^A ±0,66

Resultados apresentam médias ± desvio padrão, letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença estatística (p<0,05) entre si.

Os resultados de compostos fenólicos e antioxidantes estão apresentados na Tabela 3, os melhores valores foram obtidos nas massas com maior concentração de farinhas de sorgo, palmito e farelo de mandioca.

Em relação ao teor de compostos fenólicos totais, a massa 5 obteve os melhores resultados com 28,706 mg EAG.mL⁻¹, e a massa 1 teve os valores mais baixos com 16,988 mg EAG.mL⁻¹, valores próximos ao encontrado por Paiva *et al.* (2019) que produziram massas com 23,67 mg EAG.g⁻¹ em massas 100% sorgo, 18,28 mg EAG.g⁻¹ em massas 50% sorgo e 50% milho e 7,92 mg EAG.g⁻¹ em massas 100% milho. Pessanha *et al.* (2023), estudaram o impacto de farinhas extrusadas de milho na produção de massas alimentícias e encontraram altos valores de antioxidantes 71 e 77%, próximos aos deste estudo de 72,24 a 85,48%.

A avaliação tecnológica nos dá parâmetros de qualidade das massas, que vão influenciar na aceitabilidade pelo consumidor, um alto tempo de cozimento e perda de sólidos é indesejável, indica baixa qualidade. Os resultados estão na Tabela 4. O tempo de cozimento variou entre 5 e 7,6 min, valores abaixo dos comerciais com glúten, 8 min para macarrão tipo *fettuccini*.

TABELA 4: TEMPO DE COZIMENTO, ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA E PERDA DE SÓLIDOS DAS MASSAS ELABORADAS

	Tempo de cozimento (min)	Índice de Absorção (%)	Perda de sólidos (%)
1	5	98,43 ^B ±1,09	5,54 ^F ±1,60
2	6,5	112,81 ^A ±2,15	7,77 ^D ±0,46
3	6,5	107,09 ^A ±2,50	9,12 ^C ±0,67
4	7,3	100,13 ^B ±4,50	11,92 ^B ±1,63
5	7,6	93,05 ^C ±1,83	15,39 ^A ±1,86

Resultados apresentam médias ± desvio padrão, letras iguais na mesma coluna não apresentam diferença estatística ($p < 0,05$) entre si.

A perda de sólidos aumentou variando entre 5,54 a 15,39%, proporcionalmente ao teor de fibras das massas, resultados próximos ao encontrado por Khatri *et al.* (2023), que ficaram entre 7,34 até 14,44% nas massas fortificadas com farinha de quinoa. A ausência de uma rede proteica estruturada promove inchaço excessivo dos grânulos de amido, causando a exsudação e liberação das fibras. Segundo Hummel *et al.*, (1966), massas de boa qualidade apresentam perda de sólidos de até 6% e acima de 10% seriam massas de baixa qualidade e o índice ideal de absorção de água próximo aos 100%.

4. CONCLUSÃO

As massas produzidas apresentam um bom aporte nutricional, com destaque aos altos teores de fibras e antioxidantes. Os índices tecnológicos de tempo de cozimento e absorção de água estão dentro dos padrões de consumo já consolidados pelo público. Portanto o desenvolvimento de massas alimentícias a partir das farinhas de sorgo, palmito e farelo de mandioca são uma opção viável para intolerantes ao glúten e população geral.

DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PASTA WITH GLUTEN-FREE ALTERNATIVE FLOURS

Pasta is one of the most widely consumed products in the world, easy to prepare and contributing to calorie intake. Their main ingredient is wheat flour, which is prohibitive for gluten-intolerant people. Therefore, the search for new vegetable sources, such as sorghum flour and flour from palm heart and cassava by-products, to replace wheat in pasta should be studied. Sorghum grains and industrial by-products were obtained from donations and standardized for use. The formulations studied varied in the concentration of each of the flours and were based on rice flour. Proximal composition, phenolic compounds and antioxidants by DPPH and technological analyses of the doughs were carried out. The pasta with the highest substitutions of rice flour for by-products had higher fiber values, ranging from 15.42-24.93 g.100g⁻¹, ash from 1.91-2.92 g.100g⁻¹, lipids from 3.37 to 5.84 g.100g⁻¹. There were no significant differences between the samples in terms of moisture and protein. The content of phenolic compounds (16.98-28.7 mgEAG.mL⁻¹) and antioxidants (85.48-72.24% Inhibition) were favored by incorporating the flours studied and decreasing the proportion of rice flour. The technological analyses of cooking time (5-7.6 min) and water absorption (93.43-112.81%) were close to those considered standard and loss of solids from 5.54 to 15.39% were influenced by the fiber content. Therefore, the development of pasta made from sorghum, heart of palm and cassava bran is a viable option for gluten intolerants and the general population.

REFERÊNCIAS

Approved methods of analysis **AACC**. Approved methods 10th ed. St. Paul, Minnesota, USA: AACC International, Inc. AACC International, Inc.

ABIMAPI. **Estatísticas de Mercado**. Disponível em:

<https://www.abimapi.com.br/publicacoes-estatisticas.php> Acesso em: 30 nov. 2022

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, p. 25- 30. 1995.

BOLANHO, B.C; DANESI, E.D.G.; BELÉIA, A.P. Characterization of flours made from peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) by-products as a new food ingredient. **Journal of Food and Nutrition Research**, v. 53, n. 1, p. 51–59, 2014.

- BOLARINWA, I.F.; OYESIJI, O.O. Gluten free rice-soy pasta: proximate composition, textural properties and sensory attributes. **Heliyon**, v. 7, n.1, e06052, 2021. doi:10.1016/j.heliyon.2021.e06052
- COMETTANT-RABANAL, R.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R.; CHÁVEZ, D.W.H.; GERMANI, R. Extruded whole grain flours and sprout millet as functional ingredients for gluten-free bread. **LWT**, v. 150, 112042, 2021.
- DANESI, E. D.; GRANATO, D.; IWASSA, I.J.; PINZON, C. Effects of industrial by-products from orange, peach palm and soybean on the quality traits and antioxidant activity of flours: A response surface approach. **International Food Research Journal**, v. 25, p. 1219-1227, 2018.
- FERREIRA, S.M.R.; MELLO, A.P.; ANJOS, M.C.R.; KRÜGER, C.C.H.; AZOUBEL, P.M.; ALVES, M.A.O. Utilization of sorghum, rice, corn flours with potato starch for the preparation of gluten-free pasta. **Food Chemistry**, v. 191, p. 147–151, 2016. doi:10.1016/j.foodchem.2015.04.085
- HUMMEL, C. H. Macaroni products. London, ed. **Trade Press Ltda**, 1966. 287p.
- IKUJEUNLOLA, A. High Nutrient Dense Gluten Free Pasta from Quality Protein Maize, Sorghum and Watermelon Seeds Flour: Chemical Composition, in Vitro Protein Digestibility and Sensor Properties. **Ife Journal of Technology**, v. 24, n. 1, p. 46-51, 2016.
- KHATRI, M.; SINGH, A.; SINGH, R.; KAMBLE, D.B.; DAR, A.H.; SHARMA, A. Optimization and evaluation of quinoa and chia-based gluten free pasta formulation. **Food and Humanity**, v. 1, p. 174-179, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.05.009>
- OLIVEIRA, I. M.; MELO, F.S.N.; SOUSA, M.M.; MENEZES, M.S.; PAZ, E.O.; CAVALCANTI, M.S. Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação: uma revisão literária. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 1–27, 2020.
- PAIVA, C.L.; QUEIROZ, V.A.V.; GARCIA, M.A.V.T. Technological, sensory and chemical characteristics of gluten-free pasta made from sorghum and corn flours. **Brazilian Journal of Food Technology**, 22, e2018095. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09518>
- PESSANHA, K.L.F.; SANTOS, M.B.; FREITAS-SÁ, D.G.C.; TAKEITI, C.Y.; CARVALHO, C.W.P. Impact of whole millet extruded flour on the physicochemical properties and antihyperglycemic activity of gluten free pasta. **Journal of Food Science and Technology**, v. 60, p. 1738–1748, 2023. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05714-2>

RONKO, L.Z.; TRAVALINI, A.P.; DEMIATE, I.M. Amido e bagaço de mandioca (*Manihot esculenta* C.): obtenção e caracterização de diferentes variedades. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 14, n. 1, 2020.

SCHMIELE, M. (2013). Massa alimentícia sem glúten com elevado teor proteico obtida por processo convencional. **Ciência Rural**. 43. 908-914. Doi:10.1590/S0103-84782013000500026.

SINGLETON, V.L; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v.299, p.152-179, 1999.

AGRADECIMENTOS

CAPES E CNPQ.