

DESENVOLVIMENTO DE MASSAS FRESCAS SEM GLÚTEN ENRIQUECIDAS COM POLPA DE MICROVERDES DE AGRIÃO: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E POTENCIAL SUSTENTÁVEL

Beatriz do Carmo Souza¹, João Marcelo Neves Cabral Almeida², Bruno Iaworski de Sena³, Raquel Aparecida Loss⁴, Kethelin Cristine Laurindo Chiossi⁵, Sumaya Ferreira Guedes⁵

RESUMO:

Este estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar massas frescas sem glúten enriquecidas com polpa de microverde de agrião (*Eruca sativa L.*), buscando agregar valor nutricional e tecnológico ao produto, além de promover a valorização da biodiversidade e o desenvolvimento regional sustentável. Foram preparadas seis formulações de massas, utilizando farinhas de trigo, mandioca e arroz, com e sem adição da polpa de microverdes. O cultivo dos microverdes foi realizado em ambiente controlado e a polpa obtida foi incorporada nas formulações. As massas foram avaliadas quanto ao índice de cocção, umidade e pH. Os resultados indicaram que as formulações com farinha de mandioca apresentaram maior índice de cocção e umidade, evidenciando maior absorção de água. A adição da polpa de microverdes elevou o pH das massas, provavelmente devido à acidez da polpa vegetal. A maioria das formulações permaneceu dentro dos padrões estabelecidos para massas frescas, com exceção da umidade nas formulações com farinha de mandioca, que sugerem necessidade de ajustes no processamento. A inclusão dos microverdes demonstrou potencial para melhorar o perfil tecnológico das massas sem glúten, ao mesmo tempo que contribui para a sustentabilidade do agronegócio regional por meio do aproveitamento de hortaliças de ciclo curto. Este estudo apresenta uma alternativa inovadora para o desenvolvimento de produtos funcionais destinados a consumidores com restrição ao glúten, alinhando saúde, biodiversidade e produção regional.

Palavras-chave: massas sem glúten, farinha de mandioca, desenvolvimento regional, sustentabilidade.

DEVELOPMENT OF GLUTEN-FREE FRESH PASTA ENRICHED WITH ARUGULA MICROGREEN PULP: TECHNOLOGICAL ASPECTS AND SUSTAINABILITY POTENTIAL

ABSTRACT:

This study aimed to develop and characterize fresh gluten-free pasta enriched with arugula (*Eruca sativa L.*) microgreen pulp, seeking to add nutritional and technological value while promoting biodiversity and sustainable regional development. Six pasta formulations were prepared using wheat, cassava, and rice flours, with and without microgreen pulp addition. Microgreens were cultivated under controlled conditions, and pulp was incorporated into the formulations. Pasta samples were evaluated for cooking index, moisture, and pH. Cassava flour formulations showed higher cooking index and moisture, indicating greater water absorption. The addition of microgreen pulp increased pasta pH, likely due to the pulp's acidity. Most formulations met fresh pasta standards except for moisture in cassava flour samples, suggesting processing adjustments are needed. Microgreen inclusion showed potential to enhance technological pasta profiles while contributing to sustainable agribusiness through the use of short-cycle vegetables. This study offers an innovative alternative

¹Acadêmica do curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum-MT; souza.beatriz@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0004-5169-1902>. ²Bacharel em Agronomia pela Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum-MT; lamafiaadventure@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-7968-5550>. ³Acadêmico do curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum-MT; sena.bruno@unemat.br, <https://orcid.org/0009-0009-9298-3094>. ⁴Docente do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres-MT; raquelloss@unemat.br, <https://orcid.org/0000-0002-6022-7552>. ⁵Docente do curso de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Mutum-MT; kethelinlaurindo@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5235-9504>; sumayaguedes@unemat.br, <https://orcid.org/0000-0002-1613-3647>.

for developing functional products aimed at gluten-restricted consumers, aligning health, biodiversity, and regional production.

Keywords: gluten-free pasta, cassava flour, regional development, sustainability.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos funcionais e sustentáveis tem impulsionado pesquisas voltadas ao desenvolvimento de produtos alimentícios inovadores que conciliem qualidade nutricional, segurança alimentar e responsabilidade ambiental. Nesse contexto, os microverdes, plântulas jovens colhidas logo após a expansão dos cotilédones, destacam-se pelo elevado teor de vitaminas, minerais, compostos fenólicos e atividade antioxidante quando comparados às plantas adultas (Viana, 2025; Lone et al., 2024). Essas características os tornam ingredientes promissores para o desenvolvimento de alimentos com valor agregado e apelo funcional.

Além do potencial nutricional, a produção de microverdes apresenta vantagens relacionadas à sustentabilidade agrícola, como ciclo curto de cultivo, menor demanda por insumos, possibilidade de produção em ambientes controlados e viabilidade de inserção em sistemas de agricultura urbana ou regional de pequena escala (Lone et al., 2024). Dessa forma, a incorporação de microverdes na cadeia agroalimentar contribui para o fortalecimento da biodiversidade produtiva e para estratégias de desenvolvimento regional alinhadas aos princípios da sustentabilidade.

Entre as espécies de interesse, o agrião (*Eruca sativa* L.) destaca-se pelo seu perfil nutricional e sensorial, apresentando elevada concentração de compostos bioativos, além de potencial antioxidante e aceitação sensorial relevante quando utilizado na forma de microverdes (Komerowski et al., 2024). A utilização de sua polpa como ingrediente alimentício pode ampliar as possibilidades tecnológicas de aplicação, promovendo enriquecimento nutricional e diferenciação de produtos.

Paralelamente, observa-se o crescimento do mercado de produtos isentos de glúten, impulsionado tanto por indivíduos com doença celíaca e sensibilidade ao glúten quanto por consumidores que buscam alternativas alimentares consideradas mais saudáveis. Contudo, a ausência do glúten compromete propriedades tecnológicas fundamentais em massas alimentícias, exigindo o desenvolvimento de formulações que equilibrem estrutura, textura e qualidade nutricional (Carvalho et al., 2025). Nesse cenário, a incorporação de ingredientes vegetais funcionais pode representar estratégia relevante para aprimorar o valor nutricional e sensorial desses produtos.

Assim, a utilização de polpa de microverde de agrião na elaboração de massas frescas sem glúten apresenta-se como alternativa inovadora que integra biodiversidade, agregação de valor à produção agrícola e desenvolvimento regional sustentável. A escolha das farinhas alternativas, como mandioca e arroz, fundamenta-se em estudos recentes que apontam sua ampla utilização na produção de massas sem glúten devido à disponibilidade, valor energético e funcionalidade tecnológica, embora apresentem limitações estruturais que podem ser compensadas com a adição de ingredientes ricos em fibras e compostos bioativos (Bayrakci e Bilgiçli, 2024).

A incorporação de ingredientes vegetais em massas sem glúten tem sido relatada como estratégia eficaz para incremento de compostos fenólicos, atividade antioxidante e melhoria do perfil nutricional (Estivi et al., 2024). Portanto, o objetivo geral deste estudo é desenvolver e caracterizar massas frescas sem glúten adicionadas de polpa de microverde de agrião, avaliando seus aspectos tecnológicos e nutricionais, de modo a contribuir para a diversificação produtiva do agronegócio regional e para a promoção de sistemas alimentares mais sustentáveis. Assim, o objetivo geral deste estudo é elaborar massas frescas sem glúten enriquecidas com polpa de microverdes de agrião, avaliando seus atributos físico-químicos de maneira a contribuir com a produção sustentável e produtos destinados a um público pouco atendido.

MATERIAL E MÉTODOS

Produção dos microverdes de agrião e obtenção da polpa vegetal para aplicação em massas sem glúten

O cultivo dos microverdes de agrião (*Eruca sativa* L.) foi realizado em ambiente laboratorial, sob condições controladas de temperatura e luminosidade. Para a semeadura, utilizaram-se embalagens plásticas circulares do tipo recipiente para bolo (material polimérico de uso alimentício), previamente higienizadas com solução alcoólica a 70% (v/v) e secas em temperatura ambiente. As embalagens foram perfuradas na base para permitir drenagem e preenchidas com substrato agrícola comercial convencional, sem adição de fertilizantes ou adubação complementar.

As sementes de agrião (Isla®, própria para microverdes) foram distribuídas uniformemente sobre o substrato previamente umedecido, mantendo

densidade homogênea de cobertura superficial, sem posterior incorporação. Após a sementeira, as unidades experimentais foram mantidas em laboratório com temperatura controlada a 25 ± 2 °C, monitorada por meio de sistema de climatização (ar-condicionado) e sob iluminação artificial contínua (24 horas), utilizando lâmpadas de espectro branco (Bonato et al., 2022). A irrigação foi realizada manualmente uma vez ao dia (matutino) com água potável, em volume suficiente para manter o substrato úmido, evitando encharcamento.

Os microverdes foram colhidos 10 dias após a sementeira, quando apresentavam desenvolvimento completo dos cotilédones e início da emissão das primeiras folhas verdadeiras. A colheita foi realizada por corte manual na região basal do hipocótilo, imediatamente acima da superfície do substrato, descartando-se o sistema radicular (Seth et al., 2025).

Após a colheita, o material vegetal foi submetido à trituração em um mixer comercial de uso doméstico previamente higienizado, sem adição de

água ou quaisquer agentes extratores, obtendo-se uma polpa integral homogênea. A polpa obtida foi utilizada imediatamente nas formulações das massas frescas sem glúten, a fim de preservar suas características físico-químicas.

Elaboração das massas frescas e delineamento das formulações

Foram desenvolvidas formulações de massa alimentícia fresca tipo talharim, destinadas ao público com restrição ao consumo de glúten, considerando a crescente demanda por produtos isentos dessa proteína e com melhor perfil nutricional. A formulação de massas sem glúten tem sido amplamente investigada na literatura recente, sobretudo com o uso de farinhas alternativas e ingredientes vegetais funcionais, visando melhorar propriedades tecnológicas e nutricionais desses produtos (Bayrakci e Bilgiçli, 2024; Estivi et al., 2024). Os ingredientes utilizados em cada formulação estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações das massas de macarrão fresca.

Ingredientes (g)	Formulação					
	A	B	C	D	E	F
Farinha de aveia fina	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Farinha de Trigo	50,0	—	—	50,0	—	—
Farinha de Mandioca fina	—	50,0	—	—	50,0	—
Farinha de Arroz	—	—	50,0	—	—	50,0
Polpa de microverdes de Agrião	—	—	—	20,0	20,0	20,0
Ovo	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Óleo de soja	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Cloreto de sódio	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Água	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0

A- Formulação com farinha de trigo sem microverdes; B- Formulação com farinha de mandioca sem microverdes; C- Formulação com farinha de arroz sem microverdes; D- Formulação com farinha de trigo com microverdes; E- Formulação com farinha de mandioca com microverdes; F- Formulação com farinha de arroz com microverdes.

O preparo das massas foi iniciado pela pesagem individual dos ingredientes em balança analítica, seguida de homogeneização manual até completa incorporação. Posteriormente, realizou-se o amassamento com auxílio de cilindro manual caseiro, com abertura padronizada de 5 mm, até obtenção de massa homogênea, lisa e com consistência adequada ao processamento. Após o descanso da massa por período suficiente para estabilização estrutural, procedeu-se à laminação e corte no formato de talharim, com dimensões aproximadas de 0,5 cm de largura e 15 cm de comprimento.

As amostras foram submetidas às análises físico-químicas de umidade, pH e índice de cocção, conforme metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2004). O tempo ótimo de cozimento foi determinado por avaliação visual do desaparecimento do núcleo central opaco da massa, sendo estabelecido o tempo de 10 minutos para todas as formulações. Esse tempo foi adotado para a determinação do índice de cocção, conforme procedimento padronizado

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Tabela 2) evidenciam diferenças entre as formulações quanto aos parâmetros físico-químicos avaliados, especialmente

índice de cocção, umidade e pH, indicando influência direta do tipo de farinha e da adição da polpa de microverde de agrião sobre as características tecnológicas das massas frescas.

Tabela 2. Formulações das massas de macarrão fresca.

Análise	Formulação					
	A	B	C	D	E	F
Índice de cocção	01,57 ±0,019	01,78 ±0,050	01,67 ±0,150	01,48 ±0,081	01,68 ±0,023	01,53 ±0,049
pH	06,37 ±0,040	06,47 ±0,032	06,20 ±0,180	06,15 ±0,027	05,49 ±0,079	06,33 ±0,021
Acidez total (%)	04,37 ±0,210	02,69 ±0,130	04,35 ±1,260	05,31 ±0,033	11,95 ±1,820	04,44 ±0,400
Umidade (%)	33,83 ±0,850	36,56 ±0,700	33,73 ±0,510	34,47 ±0,720	35,18 ±0,770	37,09 ±0,930

A- Formulação com farinha de trigo sem microverdes; B- Formulação com farinha de mandioca sem microverdes; C- Formulação com farinha de arroz sem microverdes; D- Formulação com farinha de trigo com microverdes; E- Formulação com farinha de mandioca com microverdes; F- Formulação com farinha de arroz com microverdes.

Os maiores índices de cocção foram observados nas formulações elaboradas com farinha de mandioca (B e E), indicando maior capacidade de absorção de água durante o processo de cozimento. Esse comportamento pode ser explicado pela elevada concentração de amido presente na mandioca e pela ausência de rede proteica estruturante, o que favorece maior gelatinização e consequente absorção hídrica (Bayrakci e Bilgiçli, 2024).

Em massas sem glúten, a retenção de água está fortemente associada à composição amilácea e à ausência da matriz proteica do glúten, que normalmente contribui para maior estabilidade estrutural (Estivi et al., 2024). Estudos recentes demonstram que farinhas alternativas, como mandioca e arroz, apresentam maior índice de cocção quando comparadas às formulações com trigo, devido à maior liberação de sólidos e absorção de água durante a cocção (Bayrakci e Bilgiçli, 2024).

Sob a perspectiva tecnológica, valores elevados de índice de cocção podem indicar maior rendimento após preparo, fator relevante para a aceitabilidade do produto e para sua viabilidade comercial no contexto do agronegócio regional. Entretanto, absorção excessiva pode comprometer a textura e a firmeza da massa, exigindo ajustes de formulação ou processamento, especialmente quando se objetiva padronização industrial (Estivi et al., 2024).

Em relação ao teor de umidade, observou-se que a maioria das formulações permaneceu dentro do limite máximo de 35% estabelecido para massas frescas pela legislação brasileira (ANVISA, 2000). Contudo, as formulações com farinha de mandioca

apresentaram valores levemente superior ao recomendado. A maior retenção de água pode estar associada à estrutura granular do amido da mandioca, que apresenta alta capacidade de hidratação (Bayrakci e Bilgiçli, 2024). Do ponto de vista regulatório e tecnológico, esse resultado indica a necessidade de etapa complementar de secagem ou ajuste no balanço hídrico da formulação para adequação às normas vigentes. Além disso, o controle da umidade é fundamental para garantir estabilidade microbiológica e maior vida de prateleira, aspectos estratégicos para agregação de valor a produtos regionais (Estivi et al., 2024).

Quanto ao pH, verificou-se aumento nos valores nas formulações com adição da polpa de microverde de agrião (D, E e F). Embora o agrião apresente compostos bioativos e ácidos orgânicos em sua composição, a variação observada pode estar relacionada à interação entre os constituintes da polpa vegetal e os demais ingredientes da formulação, promovendo alteração no equilíbrio ácido-base do sistema alimentar. Estudos recentes demonstram que a incorporação de ingredientes vegetais em massas sem glúten pode modificar parâmetros físico-químicos, incluindo pH, devido à presença de compostos fenólicos, minerais e fibras alimentares (Estivi et al., 2024).

Além dos efeitos tecnológicos, a incorporação de microverdes representa estratégia promissora de valorização da biodiversidade agrícola e agregação de valor nutricional a produtos farináceos. Microverdes apresentam elevada concentração de compostos antioxidantes, vitaminas e minerais quando comparados às plantas adultas, sendo considerados

ingredientes funcionais de alto potencial para sistemas alimentares sustentáveis (Lone et al., 2024).

Assim, a adição da polpa de microverde de agrião às massas sem glúten não apenas influencia parâmetros tecnológicos, mas também se insere em uma abordagem de desenvolvimento regional, ao integrar produção hortícola de ciclo curto com processamento agroindustrial. Sob o enfoque da sustentabilidade e do agronegócio regional, a utilização de farinhas alternativas como mandioca e arroz, associadas ao aproveitamento de microverdes, favorece a diversificação produtiva e o fortalecimento de cadeias locais de valor. A mandioca, amplamente cultivada no Brasil, representa importante cultura estratégica para a agricultura familiar e para sistemas agroindustriais regionais. A agregação de valor por meio da transformação em massas frescas enriquecidas amplia oportunidades de mercado e contribui para inovação sustentável na cadeia produtiva.

CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a formulação de massas frescas sem glúten utilizando farinhas alternativas, especialmente a de mandioca, resulta em maior índice de cocção e umidade, características importantes para o desempenho tecnológico do produto. A adição da polpa de microverde de agrião influenciou positivamente o pH das massas, refletindo a composição bioativa desse ingrediente funcional. As formulações permaneceram dentro dos parâmetros regulamentares para massas frescas, com exceção do teor de umidade nas massas com farinha de mandioca, que pode ser ajustado por meio de etapas adicionais de processamento, como a secagem.

Os resultados indicam que a incorporação de microverdes pode agregar valor e funcional às massas sem glúten, ao mesmo tempo em que promove a valorização da biodiversidade agrícola e contribui para a sustentabilidade do agronegócio regional. Como aplicação prática, essa estratégia pode ampliar o portfólio de produtos destinados a consumidores com restrições alimentares, além de fortalecer cadeias produtivas locais.

Para estudos futuros, recomenda-se a avaliação do impacto da adição da polpa de microverdes sobre características sensoriais, microbiológicas e a estabilidade nutricional durante armazenamento, bem como a análise da viabilidade econômica da produção em escala.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) e a PRPPG/Unemat.

FINANCIAMENTO

Agradecimento a Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo suporte financeiro para a realização da pesquisa e das bolsas de Iniciação Científica dos acadêmicos do curso de Agronomia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massas Alimentícias. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1 nov. 2000.

Bayrakci, H. A. e Bilgiçli, N. (2024). Improvement of bioactive components and technological quality of gluten-free pasta with utilization of different carrot powders, guar gum and pregelatinization application. *Foods* 13 (24): 4101. <https://doi.org/10.3390/foods13244101>

Bonato, A.; Lemos, G.R.; Callegaro, G.M.; Nagel, J.C. & Sommer, L.R. (2022). Substratos e qualidade de luz na produção de microverdes. *Research, Society and Development* 11(13): e239111335448. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35448>

Carvalho, L. R.; Malaquias, V.E.; Carvalho, V.S. & Ferreira, S.M. (2025). Desenvolvimento de massas alimentícias isentas de glúten – Uma revisão. In: Medeiros, J. A.; Chinelate, G.C.B.; Oliveira, C.P.; Vasconcelos, L.B.; Bernadino Filho, R.; Martins, W.F.; Pinto, L.I.F.; Pontes, D.F. & Oliveira (eds.). **Avanços e Pesquisas em Ciências de Alimentos: Coletânea de Trabalhos Apresentados no III Congresso Brasileiro de Ciência de Alimentos**. 2ª Edição. Jardim do Seridó.

Estivi, L.; Pasini, G.; Betrouche, A.; Travičić, V.; Becciu, E.; Brandolini, A. & Hidalgo, A. Antioxidant bioaccessibility of cooked gluten-free pasta enriched

with tomato pomace or linseed meal. **Foods** 13 (22): 3700. <https://doi.org/10.3390/foods13223700>

Instituto Adolfo Lutz (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2004.

Komeroski, M. R.; Benica, T.; Portal, K.A.; Malheiros, P.S.; Klug, T.V.; Flores, S.H. & Rios, A.O. (2024). Postharvest quality of arugula (*Eruca sativa*) microgreens determined by microbiological, physico-chemical, and sensory parameters. **Foods** 13(19): 3020. <https://doi.org/10.3390/foods13193020>

Lone, J. K.; Pandey, R. & Gayacharan (2024). Microgreens on the rise: expanding our horizons from farm to fork. **Heliyon** 10: e31111. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31111>

Seth, T.; Mishra, G.P.; Chattopadhyay, A.; Deb Roy, P.; Devi, M.; Sahu, A.; Sarangi, S.K.; Mhatre, C.S.; Lyngdoh, Y.A.; Chandra, V.; Dikshit, H.K. & Nair, R.M. (2025). Microgreens: Functional Food for Nutrition and Dietary Diversification. **Plants** 14(4):526. <https://doi.org/10.3390/plants14040526>

Viana, C. dos S. (2025). Microverdes: potencialidades para a saúde humana. **Medicinae Plantae**, v. 2. <https://doi.org/10.36517/mp.v2i.95215>