

# FARINHA DE MANGA VERDE COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL EM BISCOITOS SEM GLÚTEN: CARACTERIZAÇÃO E EFEITO NAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS

## GREEN MANGO FLOUR AS A NUTRITIONAL ALTERNATIVE IN GLUTEN-FREE BISCUITS: CHARACTERIZATION AND EFFECT ON TECHNOLOGICAL PROPERTIES

DOI: 10.65747/conali2025v3c13

Marlene Bampi<sup>1</sup>; Flavia Cristina Franceschetto<sup>2</sup>; Marcia Bar Schuster<sup>3</sup>; Andréia Zílio Dinon<sup>4</sup>; Dulcineia Triches<sup>5</sup>, Marina Volpato Dacoreggio<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Docente do Depto de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – CEO – UDESC; marlene.bampi@udesc.br.

<sup>2</sup>Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos - CEO – UDESC.

<sup>3,4</sup>Docente do Depto de Engenharia de Alimentos e Engenharia Química – CEO – UDESC.

<sup>5,6</sup>Pesquisador do Núcleo de Ciência, Tecnologia e Inovação do Leite – NCTI – UDESC.

**Resumo:** A utilização de farinha de manga verde como substituto parcial de ingredientes convencionais em formulações alimentícias tem se destacado como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos com maior valor nutricional e funcional. Este estudo teve como objetivo desenvolver biscoitos sem glúten utilizando farinha da polpa da manga verde *Tommy Atkins*. A farinha foi obtida por secagem em estufa com circulação de ar a 60 °C por 24 horas e caracterizada quanto à granulometria, pH, acidez titulável, atividade de água (Aw), cor, umidade, lipídeos, cinzas, proteínas, carboidratos e amido resistente. Foram elaboradas quatro formulações de biscoitos sem glúten, com 0% (controle), 10%, 20% e 30% de substituição da farinha de arroz pela farinha de manga verde, seguindo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Os biscoitos foram avaliados quanto a pH, acidez titulável, Aw, cor, umidade, lipídeos, cinzas, proteínas, carboidratos, diâmetro, espessura, textura, densidade aparente, adsorção e microscopia. A farinha apresentou características favoráveis, como baixa atividade de água (0,384), pH ácido (3,31), alto teor de carboidratos, amido resistente (1,9 g/100 g) e conteúdo mineral relevante, o que contribui para a estabilidade microbiológica e qualidade nutricional do produto final. Os biscoitos elaborados atenderam aos parâmetros estabelecidos pela legislação quanto à acidez, umidade e teor de cinzas. Não foram observadas diferenças significativas entre as formulações quanto aos teores de Aw, lipídeos, proteínas, espessura e densidade aparente. Os resultados indicam que a farinha da polpa da manga verde é uma alternativa viável para enriquecimento nutricional e funcional de biscoitos sem glúten.

**Palavras-chave:** amido resistente; biscoitos sem glúten; farinha de manga verde; ingredientes funcionais; valorização de subprodutos

**Abstract:** The use of green mango flour as a partial substitute for conventional ingredients in food formulations has emerged as a promising alternative for developing products with enhanced nutritional and functional value. This study aimed to develop gluten-free cookies using flour from unripe *Tommy Atkins* mango pulp. The flour was obtained by drying the pulp in a forced-air oven at 60 °C for 24 hours and was characterized for particle size distribution, pH, titratable acidity, water activity ( $A_w$ ), color, moisture, lipids, ash, proteins, carbohydrates, and resistant starch. Four gluten-free cookie formulations were prepared with 0% (control), 10%, 20%, and 30% substitution of rice flour with mango pulp flour, following Good Manufacturing Practices (GMP). The cookies were evaluated for pH, titratable acidity,  $A_w$ , color, moisture, lipids, ash, proteins, carbohydrates, diameter, thickness, texture, bulk density, adsorption, and microscopy. The flour exhibited favorable properties, including low water activity (0.384), acidic pH (3.31), high carbohydrate content, resistant starch (1.9 g/100 g), and relevant mineral content, contributing to microbiological stability and improved nutritional quality of the final product. The cookies complied with legal standards regarding acidity, moisture, and ash content. No significant differences were observed among formulations for  $A_w$ , lipids, proteins, thickness, and bulk density. The results suggest that green mango pulp flour is a viable alternative for the nutritional and functional enrichment of gluten-free cookies.

**Keywords:** By-product valorization; functional ingredients; green mango flour; gluten-free cookies; resistant starch

## INTRODUÇÃO

A busca por alimentos saudáveis e funcionais tem crescido exponencialmente nos últimos anos, impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de novos produtos alimentícios. Segundo dados recentes da Organização Mundial da Saúde (1), aproximadamente 1% da população mundial sofre de doença celíaca, uma condição autoimune desencadeada pela ingestão de glúten - proteína presente em cereais como trigo, centeio, cevada e malte. O consumo desses cereais por indivíduos celíacos provoca danos à mucosa intestinal, comprometendo a absorção de nutrientes e causando diversos sintomas gastrointestinais (2). Esta realidade reforça a necessidade urgente de desenvolver alternativas alimentares seguras e nutricionalmente adequadas para este grupo populacional.

No contexto regulatório brasileiro, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define farinhas como "produtos obtidos de partes comestíveis de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos ou rizomas, por moagem ou outros processos tecnológicos seguros" (3). Dentro deste amplo espectro de possibilidades, as farinhas derivadas de frutas e vegetais emergem como alternativas particularmente promissoras. Estas não apenas permitem a elaboração de diversos produtos de panificação (como pães, bolos e biscoitos), mas também representam uma forma eficiente de aproveitamento de matérias-primas sazonais, reduzindo desperdícios e agregando valor nutricional (4).

O contínuo avanço da indústria alimentícia, aliado ao aumento do consumo de produtos industrializados, tem criado uma demanda crescente por alimentos que combinem praticidade, acessibilidade e qualidade nutricional. Neste cenário, diversos estudos têm investigado a substituição total ou parcial da farinha de trigo em produtos de panificação, seja para melhorar seu perfil nutricional, seja para atender a grupos com necessidades específicas, como celíacos ou consumidores em busca de alimentos ricos em fibras e compostos bioativos (5).

Entre as diversas alternativas investigadas, a farinha de manga verde se destaca por seu conteúdo significativo de Amido Resistente (AR) e fibras alimentares. Estes compostos apresentam importantes benefícios fisiológicos, contribuindo para a redução do Índice Glicêmico (IG) dos alimentos e para a modulação das respostas glicêmica e insulinêmica (6). O AR, em particular, atua como uma fibra insolúvel que auxilia na redução do risco de doenças cardiovasculares e no controle de peso corporal, uma vez que retarda a absorção de lipídios e carboidratos, além de promover sensação de saciedade prolongada (7).

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver biscoitos sem glúten nutricionalmente enriquecidos, utilizando farinha de manga verde Tommy Atkins como substituto parcial da farinha de arroz. Além da elaboração do produto, foram caracterizadas suas propriedades físico-químicas e tecnológicas, avaliando seu potencial de aplicação na indústria alimentícia. Esta pesquisa não apenas busca oferecer uma alternativa inovadora e segura para indivíduos celíacos, mas também pretende agregar valor a um subproduto agrícola frequentemente subutilizado, contribuindo para o desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e sustentáveis. Os resultados obtidos poderão fornecer subsídios valiosos tanto para a indústria alimentícia quanto para futuras pesquisas sobre o aproveitamento de farinhas não convencionais em produtos de panificação, abrindo novas perspectivas no campo da tecnologia de alimentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Matérias-primas

As mangas verdes da espécie *Tommy Atkins* e os ingredientes necessários para a elaboração dos biscoitos (amido, farinha de milho, farinha de arroz, ovos, manteiga, açúcar refinado e fermento químico em pó) foram adquiridos no mercado local.

### Obtenção da farinha de manga verde

As mangas verdes foram lavadas e sanitizadas com hipoclorito de sódio (200 mg L<sup>-1</sup>) por 15 minutos e, em seguida enxaguadas com água corrente. As mangas foram descascadas e cortadas em paralelepípedos com aproximadamente de 4 cm de comprimento de 2,5 cm de largura e 0,5 mm de espessura, e secas em estufa (modelo CIENLAL) com circulação de ar à 60 °C por 24 horas. Após a secagem, as amostras de manga foram trituradas em moinho de faca (modelo IKA A11 basic), obtendo-se a farinha, a qual foi acondicionada em embalagem plástica específica para alimentos, vedada, e armazenada em geladeira à 5 °C até o momento das análises.

## Processamento dos biscoitos sem glúten

Os biscoitos foram elaborados com base na formulação de Galhardo (8) com modificações. Em que a farinha de arroz foi substituída pela farinha de manga verde em diferentes concentrações (0%, 10%, 20% e 30%). Na Tabela 1 são apresentadas as quatro formulações dos biscoitos: FI = 0%, FII = 10%, FIII = 20% e FIV = 30%. A Formulação I (FI) e a formulação padrão sem a adição de farinha de manga verde.

Tabela 1 – Formulações com diferentes concentrações de farinha de manga verde em substituição da farinha de arroz

Ingredientes % (g/100g)	Formulações			
	FI (0%)	FII (10%)	FIII (20%)	FIV (30%)
Farinha de arroz	18,4	16,5	14,7	12,9
Farinha de manga verde	-	1,8	3,7	5,5
Farinha de milho	18,4	18,4	18,4	18,4
Açúcar	18,3	18,3	18,3	18,3
Amido	18,4	18,4	18,4	18,4
Manteiga	18,3	18,3	18,3	18,3
Ovo	7,3	7,3	7,3	7,3
Fermento químico	0,9	0,9	0,9	0,9

Fonte: Autores (2025)

Os biscoitos foram moldados manualmente, pesando aproximadamente 10g, e assados em forno (marca Fischer) a 125 °C por 15 minutos. Após assados, os biscoitos foram resfriados em temperatura ambiente por 30 minutos e armazenados em sacos plásticos, específicos para alimentos, sob refrigeração à 5 °C até o momento das análises.

## Análises físico-químicas

As amostras de amostras de farinha de manga verde e de biscoitos foram caracterizadas através de análises físico-químicas. O teor de umidade foi determinado em estufa (Solab, SL-100) 105 °C por 24 horas conforme o método nº 925.09 (9). O teor de cinzas foi determinado por queima em mufla (marca Quimis modelo Q318M4ST) a 550 °C por 24 horas, seguindo o método nº 920.153 (9). O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl com fator de conversão de N = 6,25, de acordo com o método nº 991.20 (9). O teor de lipídios total foi determinado pelo método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo, segundo o método nº 963.15 (9). O teor de AR foi determinado, segundo a metodologia AOAC (9). O teor de carboidratos foi determinado por diferença, segundo a conversão de AtWater. Acidez titulável foi determinada pelo método 942.15 (9), expressa g de ácido cítrico/100 g. O pH foi determinado, utilizando pHmetro (modelo ION pHB 500). A atividade de água (Aw) foi determinada em um medidor de Aw (Aqualab® Pre Decagon Devices, USA). Os parâmetros de cor foram determinados utilizando o colorímetro MiniScan (HunterLab, model EZ, Reston, VA, USA), e a cor foi expressa pelo sistema de coordenadas CIELAB, pela determinação dos parâmetros L\* (preto/branco), a\* (verde/vermelho) e b\* (azul/amarelo) definido pelo

CIE (Industrial colour-difference evaluation). O  $\Delta E$  foi avaliado conforme a escala de variação da diferença total de cores. As isoterms de sorção foram determinadas pelo método gravimétrico estático. Em que sete soluções salinas saturadas foram preparadas com LiCl, CH<sub>3</sub>COOK, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI, NaCl, KCl e BaCl<sub>2</sub> para fornecer valores de umidade relativa de 11,3%, 22,6%, 43,2%, 52,9%, 68,9%, 75,3%, 84,3% e 90,2%, respectivamente, em frascos herméticos (10). Em cada frascos foram acondicionadas três amostras de farinha de manga verde e três de biscoito de cada formulação. E eles foram armazenados em ambiente com temperatura controlada de 25°C. Em intervalos de 24 h, as amostras foram pesadas, em balança analítica até atingirem o equilíbrio (aproximadamente 20 dias). Depois de atingido o equilíbrio, a umidade das amostras foi determinada através do método gravimétrico. A umidade de equilíbrio das amostras foi calculada somando-se a quantidade de água adsorvida ao teor de umidade inicial de cada amostra.

Para as amostras de farinhas, ainda foi realizada a análise de granulometria através de agitador de peneiras eletromagnético (marca Lucadema modelo luca-04/01), com agitação por 15 minutos a 7,5 RMP, utilizando aproximadamente 50 g de amostra. As peneiras utilizadas apresentavam abertura de 14 mesh, 28 mesh, 35 mesh, 48 mesh e 100 mesh. No final do processo realizou-se a pesagem das amostras em cada peneira para o cálculo do percentual e granulometria (%).

Nas amostras de biscoito ainda foram realizadas as análises de textura (firmeza), densidade aparente e microscopia. A análise de textura, com determinação de firmeza foi realizada em texturômetro (marca Stable Micro Systems) com oito repetições para cada formulação de biscoito. Os parâmetros utilizados nos testes foram: velocidade pré-teste = 1,0 mm/s, velocidade de teste = 3,0 mm/s, velocidade pós-teste = 10,0 mm/s, distância de 4,0 mm, com medida de força em compressão. Os resultados de firmeza foram expressos em newtons (N). A massa dos biscoitos, após a cocção, foi determinada em balança analítica (marca weblabor sp modelo MG254Ai) e as dimensões (diâmetro e a espessura) com o auxílio de um paquímetro. A densidade aparente foi determinada pelo método AACCI n° 10-05.01 (11) através do deslocamento de sementes de painço e expresso em g /cm<sup>3</sup>. Análise de microscopia.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foram avaliadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa STATISTICA (versão 7.0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas da farinha de manga verde (Tabela 2) demonstraram características importantes para sua aplicação tecnológica. O teor de umidade (13,5 g/100g) ficou próximo, mas abaixo do limite máximo de 15% estabelecido pela RDC 263/2005 (3) para farinhas. Comparativamente, estudos anteriores com diferentes frações da manga Tommy Atkins reportaram valores inferiores: 8,17% para farinha de casca (12) e 4,81% para farinha de fibra (13), indicando que o processamento da polpa resulta em maior retenção hídrica.

Tabela 2 - Caracterização físico-química da farinha de manga verde

<b>Parâmetros</b>	<b>Farinha de Manga</b>
Umidade (g/100 g)	13,5 ± 0,08
Cinzas (g/100 g)	1,30 ± 0,3
Proteínas (g/100 g)	3,90 ± 0,12
Lipídios (g/100 g)	0,42 ± 0,06
Amido Resistente	1,9 ± 0,10
Carboidratos	80,88
Acidez	4,20 ± 0,05
pH	3,31 ± 0,01
Aw	0,384 ± 0,002
L*	70,65 ± 0,47
a*	4,69 ± 0,19
b*	42,67 ± 0,73

Fonte: Autores, 2025

O teor de cinzas (1,30 g/100g) atendeu à legislação vigente (IN 8/2005), que estabelece máximo de 1,5% para farinhas. Nota-se que este valor foi inferior aos reportados para farinha de casca (3,13%) e fibra (2,30%) da mesma variedade de manga (12,13), sugerindo diferenças na composição mineral entre as frações do fruto.

A análise proteica revelou teor de 3,90 g/100g, superior ao encontrado por Galhardo (8) para farinha de casca (2,53 g/100g). Os lipídios (0,42 g/100g) apresentaram valor próximo ao reportado por Láscaris et al. (2019) (13) para farinha de fibra (0,62%). O conteúdo de AR (1,9 g/100g) destacou-se significativamente em relação à polpa de manga madura (0,15 g/100g) (14), evidenciando que o estágio verde de maturação preserva melhor este componente nutricionalmente relevante, que atua como fibra alimentar com benefícios cardiometabólicos (15).

Os parâmetros de acidez (pH 3,31 e acidez titulável 4,20 g ácido cítrico/100g) classificam o produto como muito ácido (16), atributo que, associado à baixa atividade de água (0,384), confere estabilidade microbiológica (17). A acidez elevada, decorrente do alto teor de ácido ascórbico (18), representa vantagem tecnológica para conservação do produto.

A análise de cor revelou luminosidade (L\* 70,65) e tonalidade predominante amarelo-vermelha (a\* 4,69; b\* 42,67), características que influenciarão a aparência dos produtos derivados (8). A análise granulométrica demonstrou que 25,64% das partículas foram retidas na peneira de 35 mesh, indicando distribuição adequada para aplicação em panificação, onde o tamanho das partículas afeta propriedades funcionais como absorção de água e textura (19,20).

A análise granulométrica (Tabela 3) da farinha de polpa de manga verde *Tommy Atkins* revelou uma distribuição de partículas adequada para aplicação em produtos de panificação, com destaque para a retenção de 25,64% das partículas na peneira de 35 mesh. Esse perfil granulométrico resulta do processo de moagem controlado, que garantiu a uniformidade das partículas, aspecto fundamental para o desempenho tecnológico da farinha. Partículas com essa dimensão apresentam maior capacidade de absorção de água e melhor dispersibilidade na massa, características essenciais para a produção de biscoitos, pois influenciam diretamente na textura, homogeneidade e qualidade final do produto (20).

Tabela 3 - Análise granulométrica da farinha da polpa da manga verde

<b>Granulometria</b>	<b>Quantidade de farinha obtida em cada peneira (%)</b>
14 mesh	15,32
28 mesh	11,98
35 mesh	25,64
48 mesh	9,8
100 mesh	22,6
Parte inferior	15,34

Fonte: Autores, 2025

Além disso, a granulometria uniforme contribui para a padronização do produto, facilitando sua aplicação industrial. Segundo Garber et al. (19), o tamanho das partículas é um parâmetro crítico em produtos de panificação, pois afeta não apenas as propriedades reológicas da massa, mas também a aparência e a estrutura do produto final. A predominância de partículas na faixa de 35 mesh indica que a farinha de manga verde possui características adequadas para uso em formulações de biscoitos, garantindo boa absorção de água e integração homogênea com os demais ingredientes. A uniformidade granulométrica obtida neste estudo assegura que a farinha possa ser utilizada de forma eficiente em processos industriais, mantendo a qualidade e a consistência dos produtos finais.

Esses resultados reforçam o potencial tecnológico da farinha de manga verde como ingrediente alternativo em produtos sem glúten, combinando propriedades nutricionais e funcionais com características físicas que favorecem sua aplicação em alimentos assados. Na Figura 1, da esquerda para a direita, são apresentadas as diferentes etapas da obtenção da farinha de manga verde, a primeira imagem representa a manga verde in natura, a segunda as amostras

de manga antes da secagem, a terceira as amostras de manga após a secagem e na quarta a farinha de manga verde.

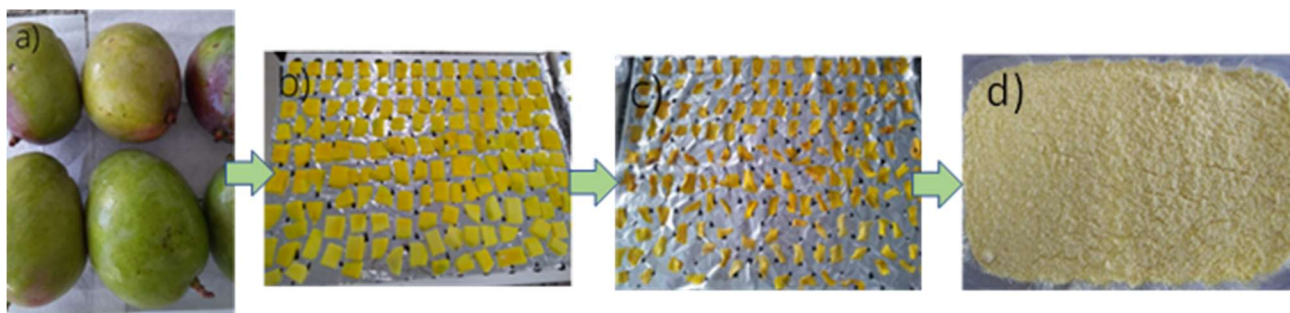


Figura 1 - Etapas de obtenção da farinha de manga verde

Fonte: Autores, 2025.

Os biscoitos analisados (Tabela 4), independente da formulação, apresentaram teor de umidade (7,32 a 8,19 g/100g) cinzas dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução CNNPA 12/1978 de no máximo 14% (g/100g) e 3,0 % (g/100g), respectivamente, para biscoitos e bolachas (21). Os biscoitos apresentaram um aumento no teor de umidade, cinzas, acidez no parâmetro  $a^*$  e firmeza com o aumento da concentração de farinha de manga verde nas formulações. Esse aumento pode ser atribuído ao aumento da concentração de farinha de manga verde nas formulações. Em que a farinha pode apresentar maior concentração de minerais e fibras, as quais retem mais umidade e também fornecem mais rígida ao produto resultando em um aumento da firmeza. Por outro lado, os biscoitos apresentaram uma diminuição do valor pH com o aumento da concentração de farinha de manga verde nas formulações. Isso pode ser atribuído ao aumento da concentração da farinha nas formulações, a qual apresenta baixo pH, conseqüentemente diminuindo o pH e aumentando a acidez dos biscoitos. Os biscoitos não apresentaram diferenças significativas em relação aos valores de proteínas, lipídios, aw,  $L^*$ ,  $b^*$ , diâmetro, espessura e densidade aparente. Os biscoitos elaborados com a FI apresentaram os maiores valores de carboidrato e parâmetro de cor  $L^*$  (tendência a cor mais clara) e os menores valores para o  $a^*$  (tendência a menos vermelha). Enquanto que os biscoitos obtidos com a formulação FIV apresentaram os maiores valores de umidades e cinzas.

Tabela 4 - Caracterização físico-química dos biscoitos com diferentes concentrações

Parâmetros (g/100g)	FI (0%)	FII (10%)	FIII (20%)	FIV (30%)
Umidade	7,26 ± 0,57a	7,32 ± 0,33a	7,55 ± 0,45 <sup>a</sup>	8,19 ± 0,20a
Cinzas	0,51 ± 0,08a	0,68 ± 0,01b	0,74 ± 0,28c	0,81 ± 0,01d
Proteínas	5,18 ± 0,51a	5,26 ± 0,44a	5,02 ± 0,12 <sup>a</sup>	5,09 ± 0,53a
Lipídios	18,2 ± 0,11a	17,98 ± 0,20a	18,26 ± 0,12a	18,40 ± 0,32a

Carboidratos	73,2	68,76	68,43	67,51
	0,098 ±			0,29 ±
Acidez	0,007a	0,16 ± 0,004b	0,22 ± 0,015c	0,021d
pH	6,72 ± 0,47b	6,56 ± 0,57ab	5,59 ± 0,09ab	5,32 ± 0,37a
Aw	0,56 ± 0,01a	0,54 ± 0,03a	0,50 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,57 ± 0,03a
L*	82,57 ± 1,35a	79,66 ± 1,02a	79,73 ± 0,86a	79,5 ± 0,93a
a*	3,89 ± 0,25b	5,35 ± 0,29a	5,85 ± 0,38 <sup>a</sup>	5,90 ± 0,23a
b*	33,03 ± 0,16a	32,95 ± 0,66a	33,78 ± 0,16a	34,7 ± 0,24a
Diâmetro (mm)	37,26 ± 0,53ab	38,67 ± 0,15b	37,36 ± 0,66ab	37,16 ± 0,36a
Espessura (mm)	11,66 ± 0,34a	11,35 ± 0,10a	11,85 ± 0,34 <sup>a</sup>	12,08 ± 0,35a
Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2,94 ± 0,45a	2,68 ± 0,48a	2,56 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,33 ± 0,28a
Firmeza (N)	1397,3±140a	1884,5±295,4 ab	1734,2±301,6 a	2400,3±274,3b

Fonte: Autores, 2025

Nas imagens obtidas por microscopia (Figura 2) não foi possível observar diferença nas estruturas/poros dos biscoitos, com diferentes concentrações de farinha de manga verde.

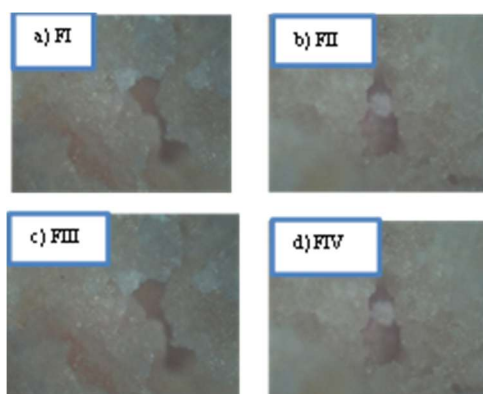


Figura 2 - Imagem de microscopia dos biscoitos obtidos pelas formulações: a) FI - 0%; b) FII - 10%; c) FIII - 20% e d) FIV - 30% de farinha de manga verde em substituição da farinha de arroz

Fonte: Autores, 2025

Na Figura 3 são apresentadas as curvas de aumento da umidade dos biscoitos elaborados com as diferentes formulações, em função do tempo de armazenamento, quando submetidos a diferentes umidades relativa (UR). De uma forma geral os biscoitos elaborados com a FI, zero por cento de farinha de manga verde apresentaram os maiores valores de umidade durante o armazenamento nas diferentes condições de UR.

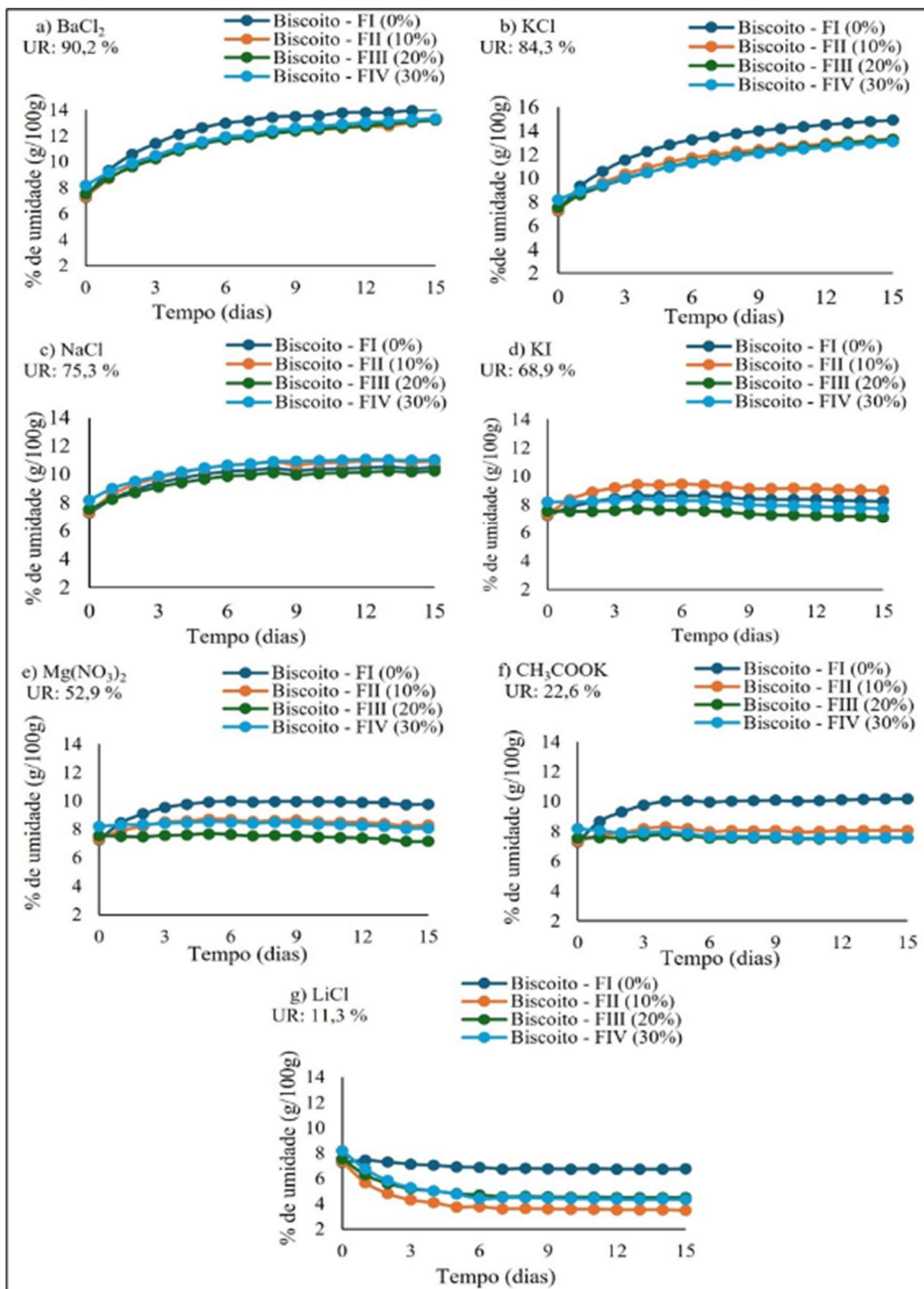


Figura 3 - Isotermas de adsorção dos biscoitos elaborados com a formulação padrão (a), formulação II (b), formulação III (c) e formulação IV (d) do biscoito com diferentes concentrações de farinha de manga verde

Fonte: Autores, 2025

Os biscoitos apresentaram menor absorção de umidade, com o aumento da concentração de farinha de manga verde na sua formulação. Isso pode ser

atribuído a presença de fibras e Amido Resistente na farinha de manga verde. Esses, apresentam baixa higroscopicidade. O AR possui capacidade de retenção de água mais baixa do que outras fibras convencionais. A menor absorção de umidade dos biscoitos elaborados com maiores concentrações de farinha de manga verde é um resultado importante. Isso demonstra que os biscoitos elaborados com farinha de manga verde se manterão crocantes por mais tempo, devido a menor absorção de umidade e conseqüentemente terão maior vida útil, dificultando também o desenvolvimento de microrganismos (mofos, bolores).

As amostras, independentemente da formulação, quando armazenadas nos frascos com solução saturada de cloreto de lítio perderem umidade durante o armazenamento. No entanto, ainda os biscoitos elaborados com a FI apresentaram a menor perda de umidade. Esses resultados validam ainda mais a importância da utilização da farinha de manga verde na elaboração dos biscoitos na questão de armazenamento e conservação.

## **CONCLUSÕES**

Os resultados deste estudo comprovaram o excelente potencial da farinha de manga verde como ingrediente alimentício, apresentando características tecnológicas e nutricionais altamente desejáveis. A farinha demonstrou propriedades físico-químicas ideais, incluindo baixa atividade de água, pH ácido, elevado teor de carboidratos, significativo conteúdo mineral e presença de AR, além de granulometria adequada para aplicações industriais. Estas características fazem da farinha de manga verde um ingrediente funcional valioso para a indústria de alimentos.

A análise dos biscoitos desenvolvidos revelou que o aumento progressivo da concentração de farinha de manga verde nas formulações resultou em mudanças significativas nas propriedades do produto final. Observou-se um incremento nos teores de umidade e cinzas, intensificação da tonalidade amarela (parâmetro  $b^*$ ), aumento da firmeza e redução do pH. Um dos achados mais relevantes foi a menor absorção de umidade nos biscoitos com maior teor da farinha, um efeito atribuído às propriedades do AR e fibras presentes na manga verde, que apresentam baixa higroscopicidade.

Estes resultados destacam três vantagens principais da utilização da farinha de manga verde na indústria alimentícia: em primeiro lugar, permite a expansão da oferta de produtos sem glúten com propriedades funcionais; em segundo lugar, melhora significativamente a conservação e manutenção das características de qualidade, especialmente no que diz respeito à textura e crocância; e em terceiro lugar, reduz a absorção de umidade durante o armazenamento, prolongando assim a vida útil do produto.

A incorporação da farinha de manga verde em formulações alimentícias se mostra, portanto, como uma estratégia inovadora e sustentável. Além de agregar valor nutricional e funcional aos produtos, contribui para o aproveitamento de um subproduto agrícola, alinhando-se com os princípios da economia circular. Os resultados obtidos abrem perspectivas promissoras para o desenvolvimento de novos alimentos com melhor perfil nutricional e características sensoriais aprimoradas, demonstrando o potencial desta farinha como alternativa tecnológica para a indústria de alimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PAP/FAPESC 2023TR565 pelos recursos financeiros.

## REFERÊNCIAS

1. Organização Mundial da Saúde. Ministério da Saúde chama a atenção para o diagnóstico da doença celíaca, que acomete pessoas de todas as idades (Internet). Brasília: Ministério da Saúde; 2025. Disponível em: <https://saudebrasil.saude.gov.br>
2. Portela JVF, Lima JP, Marques R, Alcatara NA, El-Aouar AA. Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. *Cienc Rural*. 2015;45(9):1688–94.
3. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da União*. 2005 set 23.
4. Silva AJ, Carvalho TN, Oliveira LC, Santos JC. Desenvolvimento de biscoito isento de glúten com recheio de manga e enriquecido com ferro. *Nutr Bras*. 2015;15(2):63–71.
5. Vitorino F, Laiz F, Azevedo A, Wagner S, Barbosa M, Moreira EM, et al. Effect of wheat flour substitution on the development of gluten-free cookies. *Braz J Food Technol*. 2015.
6. Ferronato AN, Rossi R, Cappellari F. Amido resistente: alternativa de alimento funcional para a homeostase da glicose, redução do perfil lipídico e modulação da microbiota intestinal. *Saude Desenvolv Hum*. 2020;8(2):109.
7. Pereira KD. Resistant starch, the latest generation of energy control and healthy digestion. *Cienc Tecnol Aliment*. 2007;27:88–92.
8. Galhardo C, Sá C. Elaboração de biscoito sem glúten com farinha da casca de manga (Trabalho de Conclusão de Curso). Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2019. 49 p.
9. Association of Official Analytical Chemists. *Official methods of analysis*. 17th ed. Washington (DC): AOAC; 2000. v.2.
10. Greenspan L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. *J Res Natl Bur Stand A Phys Chem*. 1977;81A(1):89–96.
11. American Association of Cereal Chemists. AACC Method 10-05.01: Guidelines for measurement of volume by rapeseed displacement. St. Paul: AACC; 2010.12.
12. Ryka AC, Lima AS, Nassur RC. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. *Enciclopédia Biosfera*. 2018;15(27):12..
13. Lásçarís MPS, Chaves ASD, Souza GCN, Santos MC, Nunes TP. Caracterização físico-química da polpa e da farinha da fibra de manga (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins). *Hig Aliment*. 2019;33.

14. Marques A, Chicaybam G, Araujo MT, Manães LRT, Sabaa-Srur AUO. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Rev Bras Frutic.* 2010;32(4):1206–10.
15. Almeida CV, Silva S, Gomes S. Utilização de análise de componentes principais para caracterização físico-química de farinha de casca de manga sob ação de inibidores enzimáticos e refrigeração. *Agric Food Sci.* 2019.
16. Angélica M, Vasconcelos S, Bibiano A, Filho M. Conservação de alimentos. Recife: Edufrpe; 2010. p.130.
17. Mattos MA. Bioprospecção do maxixe (*Cucumis anguria* L.): elaboração da farinha e apresentação de produto (Dissertação). Cuité: Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde; 2016.
18. Oliveira AB. Caracterização físico-química, química e bioquímica do suco tropical de manga (*Mangifera indica* L) não adoçado obtido pelo processo HOTFILL (Dissertação). Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2006.
19. Garber BW, Hsieh F, Huff HE. Influence of particle size on the twin-screw extrusion of corn meal. *Cereal Chem.* 1997;74(5):656–61.
20. Borges STJ, Ascheri RLJ, Nascimento ER, Freitas SA. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*) polido por extrusão termoplástica. *Bol Cent Pesqui Process Alim.* 2003;21(2):303–22.
21. Brasil. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA. Resolução nº 12, de 24 de julho de 1978. Aprova normas técnicas específicas para alimentos. *Diário Oficial da União.* 1978 jul 27; Seção 1:11473.