

**MAIQUI IZIDORO**

**PRODUÇÃO DE FARINHAS DE CASCA E POLPA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE  
MANGA E APLICAÇÃO EM FORMULAÇÕES DE COOKIES E MASSAS ALIMENTÍCIAS**

**Botucatu  
2022**



**MAIQUI IZIDORO**

**PRODUÇÃO DE FARINHAS DE CASCA E POLPA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE  
MANGA E APLICAÇÃO EM FORMULAÇÕES DE COOKIES E MASSAS  
ALIMENTÍCIAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP - Campus de Botucatu,  
para obtenção do título de Mestre em Agronomia  
(Horticultura).

Orientadora: Profa. Dra. Magali Leonel

**Botucatu  
2022**

198p

Izidoro, Maiqui

Produção de farinha de casca e polpa de frutos de cultivares de mangas e aplicação em formulações de cookies e massas alimentícias / Maiqui Izidoro. -- Botucatu, 2022

121 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu

Orientadora: Magali Leonel

1. Mangifera indica L. 2. casca. 3. polpa. 4. macarrão. 5. biscoito. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PRODUÇÃO DE FARINHAS DE CASCA E POLPA DE FRUTOS DE CULTIVARES DE MANGA E APLICAÇÃO EM FORMULAÇÕES DE COOKIES E MASSAS ALIMENTÍCIAS

**AUTOR: MAIQI IZIDORO**


**ORIENTADORA: MAGALI LEONEL**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Dr.<sup>a</sup> MAGALI LEONEL (Participação Virtual)

Centro de Raízes e Amidos Tropicais / Universidade Estadual Paulista UNESP



Profa. Dra. VANESSA DIAS CAPRILES (Participação Virtual)

Departamento de Biociências / Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP



Prof. Dr. LUCAS EDUARDO DE OLIVEIRA APARECIDO (Participação Virtual)

Campus Muzambinho / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

Botucatu, 22 de fevereiro de 2022



Ao grande amigo Washington Bruno Silva  
Perreira (*In Memoriam*) que prestou todo apoio,  
mas por força maior não pode estar presente na  
finalização dessa etapa.

A minha mãe Lazara Manoel Izidoro e minha  
irmã Roseli Izidoro por todo apoio e carinho  
sempre

Dedico.



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por me guiar ao longo deste percurso e de toda minha vida, me dando forças para continuar acreditando nos meus sonhos.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas e Centro de Raízes e Amidos Tropicais da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura)/UNESP, por terem proporcionado condições para a realização deste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos concedida.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magali Leonel, pela confiança depositada para a execução do projeto, pela oportunidade de continuar meus estudos, pela amizade, carinho, paciência, sabedoria e conhecimentos transmitidos durante toda a pós-graduação. Poder conviver e aprender com a senhora nos últimos anos foi uma experiência única, que me tornaram uma pessoa e um profissional melhor.

Aos meus amigos de convívio diário Caroline Tavares, Bruna Rezende, Matheus Henrique, Henrique Albo, Maykon Ferreira, Josiele Leite, Luan Fernando, Kamila Assis, Gilson Melo, Matheus Freitas e Maria Montenegro que apesar da distância nunca se fizeram ausentes, obrigada por desempenharem a tarefa de me dar sustentação para alcançar este objetivo, pelo incentivo nas horas de desânimo e pela alegria da minha conquista. A todos que compartilharam do meu ideal, dedico a mais essa conquista.

Em especial, a Nathalia Lossolli, pelas inúmeras vezes que me apoiou, incentivou, ajudou e acreditou em mim, sendo uma grande amiga, que sempre levarei comigo no meu coração.

Agradeço os membros do CERAT/UNESP, como a técnica Juliana A. M. Ebúrneo, Danilo Rosa, e os demais pelo suporte, ajuda e atenção no decorrer desse trabalho.

A Hebert Candido, Alexsandro Soares, Rodrigo Krizozum, Laura Ribera, Paulo Ricardo, Lucas Eduardo pelas trocas de conhecimento por sua amizade para todas as horas, meu muito obrigado.

Aos meus companheiros de república Mato Minas Karolina Koutinho, Rodrigo Faria, Júlio César, Lisandro Pieroni, Gabriel Afonso, Evandro Molinari, Beatriz Percário e José Augusto e grande mascote Milo, pela amizade e companheirismo.



“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

TEMPOS Modernos. Direção e roteiro: Charles Chaplin. Intérpretes: **Charles Chaplin**; Paulette Goddard; entre outros. *Los Angeles*: MK2, 1936. 1 DVD (87 min), son., legendado, p&b.



## RESUMO

A manga é uma fruta consumida mundialmente e muito apreciada por suas propriedades sensoriais e nutricionais. A produção mundial de manga dobrou nas últimas duas décadas e a demanda por produtos processados de manga também aumentou. Devido a perecibilidade dos frutos após a colheita, o processamento de frutos imaturos vem se tornando uma proposta para a cadeia agroindustrial. Porém, de forma geral, os produtos processados de manga não incluem as cascas e a deposição em aterros sanitários causa perdas econômicas e problemas ambientais. Assim, o aproveitamento das cascas de manga no desenvolvimento de produtos alimentícios representa uma nova fonte de renda para as indústrias de processamento de manga e redução dos biorresíduos descartados. Este estudo teve por objetivo produzir farinhas de diferentes cultivares de manga, realizar a caracterização físico-química das farinhas e, também, estudar a substituição parcial do trigo em formulações de *cookies* e massas alimentícias, avaliando os efeitos da inclusão das farinhas de polpa ou de casca de manga sobre os aspectos físico-químicos dos produtos finais. No experimento 1 (capítulo 1) foram processados frutos imaturos de manga das cultivares Tommy Atkins, Palmer, Palwir, Espada Vermelha, Keitty, Haden e Bourbon e os parâmetros analisados foram: composição físico-química e análises tecnológicas. No experimento 2 (capítulo 2), avaliou-se a inclusão de 7,5, 10 e 15% de farinha de casca ou de polpa de manga 'Palmer' na formulação de *cookies*. Os produtos foram avaliados para: composição físico-química, análises tecnológicas e microbiológicas. No experimento 3 (capítulo 3), foram produzidas macarrão tipo talharim utilizando nas formulações farinhas de cascas de manga das cultivares Bourbon, Haden e Tommy Atkins: 0% (controle), 10%, 20% e 30% em substituição parcial à farinha de trigo. As massas foram analisadas para a composição química, tempo de cozimento, expansão de volume, absorção de água, perda de sólidos solúveis e cor. A composição química e as características microestruturais, cor, absorção de água e óleo das farinhas de casca e de polpa de manga estão intrinsecamente relacionadas ao cultivar estudado, destacando-se as farinhas de casca, independente do cultivar, pelos elevados níveis de fibras, cartoenóides e atividade antioxidante. A farinha de polpa de manga imatura mostrou consideráveis níveis de amido, açúcares e minerais, como ferro e zinco. Estes dados mostram o potencial dessas farinhas como matérias-primas para produtos alimentícios.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica* L; casca; polpa; nutrientes; biscoito; macarrão.



## ABSTRACT

Mango is a fruit consumed worldwide and highly appreciated for its sensory and nutritional properties. World mango production has doubled over the past two decades and demand for processed mango products has increased. Due to the perishability of the fruits after harvesting, the processing of immature fruits has become a proposal for the agro-industrial chain. However, in general, processed mango products do not include the peels and landfilling causes economic losses and environmental problems. Thus, the use of mango peels in the development of food products represents a new source of income for the mango processing industries and the reduction of discarded bio-waste. This study aimed to produce flours from different mango cultivars, perform the physicochemical characterization of flours and study the partial replacement of wheat flour in cookies and pasta formulations, evaluating the effects of including mango flours obtained from peel or pulp on the physicochemical and technological characteristics of the final products. In experiment 1 (chapter 1) immature mango fruits of the cultivars Tommy Atkins, Palmer, Palwir, Espada vermelha, Keitty, Haden and Bourbon were processed and the parameters analyzed were: chemical composition and technological analysis (microstructure, color, water absorption index and oil absorption). In experiment 2 (chapter 2) the inclusion of 7.5, 10 and 15% of 'Palmer' mango peel or pulp flour in the cookies formulation was evaluated. The products were evaluated for chemical composition, technological and microbiological analyses. In experiment 3 (chapter 3), pastas were produced using mango peel flours from the cultivars Bourbon, Haden and Tommy Atkins in the formulations: 0% (control), 10%, 20% and 30% in partial replacement of wheat flour. The pasta were analyzed for chemical composition, cooking time, expansion, water absorption, loss of soluble solids and color. The chemical composition, microstructural characteristics, color, water and oil absorption indexes of mango peel and pulp flours are intrinsically related to the cultivar studied, with peel flours standing out regardless of the cultivar due to their high levels of fiber, carotenoids and antioxidant activity. The mango pulp flour showed considerable levels of starch and sugars, essential minerals, such as iron and zinc, and also higher levels of lipids and protein. These data show the potential of these flours as raw materials for food products.

**Keywords:** *Mangifera indica* L; peel; pulp; nutrients; cookies; pasta.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### **Capítulo 1 – Farinha de casca e polpa de diferentes cultivares de manga: Composição química, propriedades tecnológicas**

Figura 1 – Fluxograma das etapas de produção das farinhas de casca e polpa de manga.....	32
Figura 2 – Rendimento das farinhas de casca e polpa das cultivares de manga.....	37
Figura 3 – Composição Química das farinhas de casca e polpa de manga.....	42
Figura 4 – Composição dos Minerais da Farinha de Casca.....	48
Figura 5 - Composição dos Minerais da Farinha de Polpa.....	49
Figura 6 – Microscopia de Varredura Eletronica da Farinha de Casca e Polpa.....	58

### **Capítulo 2 – Avaliação físico-química e microbiológica de biscoito tipo cookies enriquecidos com farinha da casca e polpa de manga**

Figura 1 - Produção das farinhas de casca e polpa de manga Palmer.....	72
Figura 2 - Fluxograma de processamento dos cookies de manga.....	75
Figura 3 – Perfil dos Minerais na Farinha de Casca (FMC) e Polpa (FMP).....	79
Figura 4 – Composição Química dos Cookies.....	85

### **Capítulo 3 – Desenvolvimento tecnológico e caracterização nutricional de mas: alimentícia enriquecidos com farinha da casca de cultivares de manga**

Figura 1 - Fluxograma de processamento dos das massas alimentícia.....	99
Figura 2 – Etapas de processamento das massas alimentícias.....	101
Figura 3 – A aparência das diferentes massas contendo as porcentagens de farinha.....	108
Figura 4 – Resultados médios de tempo de cozimento das amostras analisadas.....	111



## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo 1 – Farinha de casca e polpa de diferentes cultivares de manga: Composição química, propriedades tecnológicas**

Tabela 1 – Composição química das farinhas de casca de manga.....	39
Tabela 2 – Composição química das farinhas de casca de manga.....	40
Tabela 3 – Valores de pH e acidez titulável das farinhas de casca e polpa de manga.....	44
Tabela 4 – Valores de Atividade Antioxidante e Caratenoides das farinhas de casca e polpa de manga.....	46
Tabela 5 – Tamanho das partículas de farinha de casca e polpa após a moagem no moinho.....	51
Tabela 6 – Valores de coloração de polpas de manga verde.....	53
Tabela 7 – Valores de coloração de cascas de manga verde.....	54
Tabela 8 – Resultado da Atividade de água, índice de absorção de água e óleo das farinhas de manga após o moinho.....	56

### **Capítulo 2 – Avaliação físico-química e microbiológica de biscoito tipo cookies enriquecidos com farinha da casca e polpa de manga**

Tabela 1 – Formulações do biscoito tipo cookie com diferentes proporções.....	74
Tabela 2 – Composição Centesimal das farinhas de polpa e casca de manga.....	78
Tabela 3 – Parâmetros físico dos cookies.....	82
Tabela 4 – Parâmetros físico-químicos dos cookies.....	87
Tabela 5 – Resultados das análises microbiológicas dos cookies.....	88

### **Capítulo 3 – Desenvolvimento tecnológico e caracterização nutricional de massa alimentícia enriquecidos com farinha da casca de cultivares de manga**

Tabela 1 – Composição química da farinha de trigo, casca de manga e composição das misturas.....	98
Tabela 2 – Proporção dos ingredientes utilizados na formulação de massas.....	100
Tabela 3 – Composição Centesimal das massas alimentícias.....	104
Tabela 4 – Resultados das análises de cor das massas alimentícias.....	107
Tabela 5 – Resultados das análises específicas das massas alimentícias.....	109



## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>25</b>
	<b>CAPÍTULO 1 – FARINHA DE CASCA E POLPA DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANGA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS.....</b>	<b>27</b>
1.1	INTRODUÇÃO.....	29
1.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
1.2.1	Mátéria Prima.....	30
1.2.2	Produção das Farinhas de Casca e Polpa de Manga.....	30
1.2.3	Análises da Farinhas.....	32
1.2.3.1	Umidade.....	32
1.2.3.2	Cinzas.....	32
1.2.3.3	Proteínas.....	32
1.2.3.4	Fibras.....	32
1.2.3.5	Lípidios.....	32
1.2.3.6	Açúcares Totais E Redutores.....	33
1.2.3.7	Amido Total.....	33
1.2.3.8	pH e Acidez Titúlavel.....	34
1.2.3.9	Atividade Antioxidante.....	34
1.2.3.10	Caratenóides.....	34
1.2.3.11	Composição Mineral.....	35
1.2.4	Análises Tecnológicas.....	35
1.2.4.1	Granulometria.....	35
1.2.4.2	Atividade de Água (Aw).....	35
1.2.4.3	Cor.....	35
1.2.4.4	Índice de Absorção de Água (IAA).....	35
1.2.4.5	Índice de Absorção de Óleo (IAO).....	36
1.2.4.6	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	36
1.2.5	Análises Estatísticas.....	36
1.3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
1.3.1	Composição Química das Farinhas.....	38
1.3.2	Parametros Tecnologicos.....	50
1.3.2.1	Granulometria.....	50
1.3.2.2	Cor.....	52
1.3.2.3	Atividade de Água (Aw).....	55
1.3.2.4	Índice de Absorção De Água (IAA).....	55
1.3.2.5	Índice de Absorção De Óleo (IAO).....	55
1.3.2.6	Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	57
1.4	CONCLUSÃO.....	59
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>60</b>
	<b>CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BISCOITO TIPO</b>	

	<b>COOKIESENRIQUECIDOS COM FARINHA DA CASCA E POLPA DE MANGA.....</b>	<b>68</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	69
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	71
1.2.1	Obtenção e Preparo das Farinhas.....	71
1.2.2	Caracterização físico-química.....	72
2.2.2.1	Composição Centesimal.....	72
2.2.2.2	Minerais.....	72
2.2.2.3	Vitamina C.....	72
2.2.2.4	Teor de Amido.....	73
2.2.2.5	Cor.....	73
2.2.3	Prepara das Formulações.....	73
2.2.4	Análises dos Cookies.....	75
2.2.4.1	Peso e Diâmetro e Espessura.....	76
2.2.4.2	Deformação.....	76
2.2.5	Análises Microbiológicas.....	76
2.2.6	Análises de Estatística.....	77
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	<b>77</b>
2.3.1	Caracterização físico-química.....	77
2.3.2	Análises Cookies.....	82
2.3.2.1	Análises Físicas.....	82
2.3.2.2	Composição Química.....	84
2.3.2.3	Análises Microbiológicas.....	87
2.4	CONCLUSÃO.....	<b>88</b>
	REFERÊNCIAS.....	<b>89</b>
	<b>CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE MASSA ALIMENTÍCIA ENRIQUECIDOS COM FARINHA DA CASCA DE MANGA.....</b>	<b>94</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	95
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	97
3.2.1	Preparar das Formulações das Massas Alimentícias.....	99
3.2.2	Análises Físico- Químicas das Massas Alimentícias.....	101
3.2.2.1	Carboidratos.....	101
3.2.2.2	Valor Energético Total.....	102
3.2.2.3	Cor.....	102
3.2.2.4	Textura.....	102
3.2.3	Análise de Qualidade de Massa.....	102
3.2.2.1	Teste de Cozimento.....	102
3.2.2.2	Tempo de Cozimento.....	103
3.2.2.3	Aumento da Massa do Produto.....	103
3.2.2.4	Perda de Sólidos Solúveis.....	103
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	103
3.3.1	Composição Químicas e Valor Calóricos.....	103
3.3.2	Cor.....	106

3.4	CONCLUSÃO.....	112
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>113</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>117</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>119</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

A produção de manga (*Mangifera indica L.*) é a quinta maior de frutas do mundo (FAOSTAT,2021). É uma das frutas mais importantes pelo seu valor econômico, nutricional e por apresentar elevada aceitação sensorial pelos consumidores (ABBASI et al., 2015)

No Brasil, as regiões de destaque dessa cultura são o Sudeste e Nordeste, estando na região do Submédio do Vale do São Francisco o centro de maior produção e exportação de mangas, com 566.235 toneladas, gerando uma receita total de R\$ 543.058.000 (IBGE, 2019). Dentre as principais variedades que compõem a mangicultura brasileira, destacam-se as cultivares Tommy Atkins, Palmer, Haden, Ataulfo, Kent, Keitt e Alphonso (LAWSON et al., 2019), ao lado de variedades como Espada, Rosa, Coité, Ubá, Bourbon, Coquinho e Corações (BATISTA et al., 2015).

A manga é conhecida por ser uma importante fruta tropical e possuir sabor agradável, aroma e coloração característicos, sendo por isso muito bem aceita no mercado brasileiro. É uma fruta sazonal, ou seja, só floresce em determinados meses do ano. Porém, no Brasil, técnicas desenvolvidas pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) possibilitam a floração da mangueira em qualquer época do ano, sendo fundamentais para a regularização da oferta da fruta e estabilização de seu preço (EMBRAPA, 1997).

A manga é uma fruta que apresenta na composição da polpa *in natura* em média 0,59 g de lipídeos; 1,84 g de proteínas; 15,29 g de carboidratos; 2 g de fibras; 89,6g de umidade; 0,22 g de cinzas em uma porção de 100g (MENDES FILHO; CARVALHO; SOUZA, 2014), é rica em antioxidante, betacaroteno, vitaminas do complexo B, vitaminas A e C, além de possuir uma quantidade expressiva de fibras na casca e na polpa (ARAUJO et al., 2016).

A alimentação representa um dos fatores determinantes da saúde humana. Neste sentido, pesquisas vêm sendo desenvolvidas buscando compreender os hábitos alimentares e como as propriedades dos alimentos podem ser aumentadas a fim de proporcionar uma proteção adicional no risco de doenças crônicas (BERTASSO, 2006).

Frutos que não atendem a qualidade devido a manchas na casca, tamanho

pequeno e danos são deixados nos pomares, causando problemas de poluição, como crescimento de microrganismos, insetos, produção de gás (CO<sub>2</sub>) quando descartados de forma inadequada e, uma queda significativa nos lucros (FAO, 2018).

O uso de partes não convencionais dos alimentos tem se fortalecido como uma alternativa ao combate do desperdício e da insegurança alimentar, possibilitando a criação de novos produtos nutricional e funcional agregado de forma sustentável (STRASBURG; JAHNO, 2015). No Brasil, a população não possui o hábito de consumir outras partes das frutas além da polpa, descartando-as e não aproveitando grandes quantidades de nutrientes e compostos bioativos (SANTOS, 2013).

No processamento da manga, aproximadamente 40 a 60% do fruto são descartados como resíduos (casca e sementes), podendo possuir diferença de acordo com o tipo de processamento, dos quais 12 a 15% consistem em casca e 15 a 20% são amêndoa (VIEIRA et al., 2009).

A elaboração de farinhas a partir dos coprodutos de manga torna-se uma alternativa para produção de novos produtos que possam contribuir como complemento nutricional, além de reduzir resíduos orgânicos descartados no meio ambiente de maneira inadequada (RYBKA et al., 2018; AZEVEDO et al., 2020; RAMOS et al., 2020).

Farinhas, em geral, apresentam qualidade microbiológica devido ao baixo teor de água, o que evita o crescimento microbiológico e favorece maior estabilidade aos produtos desenvolvidos (STORCK et al., 2015; SOQUETTA et al., 2016) tornando-se uma alternativa potencial para o aumento do valor agregado da manga. Assim, em função do pouco conhecimento e utilização das partes não comestíveis da manga, pesquisas têm sido incentivadas objetivando a inclusão destes resíduos na alimentação humana, com o propósito econômico e nutricional (SANTOS, 2013).

Nesta linha, este estudo teve por objetivos produzir farinhas de diferentes cultivares de manga e estudar a substituição parcial do trigo por farinhas de casca ou de polpa de manga em formulações de *cookies* e massas alimentícias, avaliando os efeitos da inclusão das farinhas de manga sobre os aspectos físico-químicos e características tecnológicas dos produtos finais.

## CAPÍTULO 1

### FARINHAS DE CASCA E POLPA DE DIFERENTES CULTIVARES DE MANGA: COMPOSIÇÃO QUÍMICA, PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS E AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA

#### RESUMO

A produção de farinhas de manga advém como uma alternativa para agregação de valor à cadeia produtiva. O objetivo deste trabalho foi processar frutos desqualificados de manga para a produção de farinhas de casca e de polpa de sete cultivares visando o uso destas como ingredientes em produtos panificáveis. Foram processados frutos das cultivares: Tommy Atkins, Palmer, Palwir, Espada Vermelha, Keitty, Haden e Bourbon. A produção das farinhas seguiu as etapas de higienização, separação da polpa, casca e caroço, desidratação da polpa e da casca, moagem e peneiramento. As farinhas foram analisadas quanto aos teores de umidade, cinzas, fibra, matéria graxa, proteína, açúcares totais, açúcares redutores, amido, perfil mineral e análises físico-químicas (cor, índices de absorção de água e de óleo, microestrutura). As propriedades físico-químicas das farinhas da casca e polpa mostram que as farinhas de casca contêm elevados teores de fibras, minerais, carotenoides e atividade antioxidante. As farinhas de polpa são mais energéticas, se mostra com uma quantidade significativa matéria graxa, proteínas e minerais. As análises tecnológicas evidenciam que as farinhas de casca de manga são mais escuras que as de polpa e ambas são amareladas, e apresentam baixa absorção de óleo. As farinhas de casca mostram maiores índices de absorção de água. O processo de obtenção das farinhas não alterou as características dos amidos, sendo possível observar grânulos íntegros na análise microscópica, bem como, fragmentos de paredes celulares e substâncias aderidas aos grânulos. Não foram observadas sujidades e as farinhas estão em acordo com os padrões microbiológicos exigidos para este tipo de produto. Estes resultados indicam que as farinhas de manga, independente da cultivar, são potenciais ingredientes alimentares.

**Palavras-chave:** *Mangifera indica* L; composição química; minerais; microbiologia.

## ABSTRACT

The production of flour from mango fruits is an alternative for adding value to the production chain. The purpose of this study was processing seven mango cultivars for production of flours from peel and pulp aiming the use of unqualified fruits for the fresh market as potential ingredients in bakery products. Fruits from cultivars: Tommy Atkins, Palmer, Palwir, Red Sword, Keitty, Haden and Bourbon were used in this research. The flours production followed the steps of cleaning, separation of the pulp, peel and pit, dehydration of the pulp and peel, grinding and sieving. The flours were analyzed for moisture content, ash, fiber, fat, protein, total sugars, reducing sugars, starch, mineral profile and technological analysis (color, water and oil absorption indices, microstructure). The physicochemical properties of the peel and pulp flours show that the peel flours contain high levels of fiber, minerals, carotenoids and antioxidant activity. Pulp flours are more energetic, but with good levels of fat, proteins and minerals. Technological analyzes show that mango peel flours are darker than pulp flours and both are yellowish and have low oil absorption. Peel flours show higher water absorption rates. The process of obtaining the flours did not change the characteristics of the starches, being possible to observe intact granules in the microscopic analysis, as well as fragments of cell walls and substances adhered to the granules. No dirt was observed and the flours are in accordance with the microbiological standards required for the product. These results indicate that mango flours, regardless of the cultivar, are potential food ingredients.

**Keywords:** *Mangifera indica* L; chemical composition; minerals; microbiology.

## 1.1 INTRODUÇÃO

A manga é uma das frutas tropicais mais populares do mundo, é amplamente cultivada em muitas regiões tropicais e subtropicais e é produzida principalmente na Índia, China, Tailândia, Indonésia, Filipinas, Brasil, Paquistão e México ( KUMAR et al., 2021; FARINA et al., 2020 ). A fruticultura brasileira tem destaque na produção mundial, ocupando a terceira posição, ficando atrás apenas da China e da Índia. A produção anual de frutas gira em torno de 40 milhões de toneladas, ocupando área superior a 2 milhões de hectares ( ANDRADE, 2020).

A manga é um fruto com grande potencial de uso nas várias fases de sua maturação. Produtos como polpa, suco, néctar, geleia, fatias em calda, alimentos infantis, e até mesmo vinho, são fabricados a partir da fruta madura. Alguns produtos podem ser elaborados com o fruto ainda verde, como picles e *chutney* (RAVANI; JOSHI, 2013).

A busca por uma alimentação saudável, aliada ao avanço tecnológico do processamento de alimentos, tem colocado em foco o aproveitamento integral das frutas e hortaliças (GERMER et al., 2018). As partes convencionalmente não comestíveis dessas matérias-primas são ricas em nutrientes e compostos bioativos, tais como compostos antioxidantes e fibras, e sua incorporação à alimentação humana pode trazer uma série de benefícios à saúde (MASIBO; HE, 2009; CORREIA et al., 2012; COELHO et al., 2019).

O aproveitamento integral de frutas e hortaliças (polpa, cascas, talos e folhas) na elaboração de novos produtos é uma alternativa tecnológica limpa que está ao alcance de todos, pois pode ser aplicada tanto no ambiente industrial como residencial. A utilização do alimento, de forma sustentável, reduz a produção de lixo orgânico, prolonga a vida útil do alimento, promove a segurança alimentar e beneficia a renda familiar (SILVA E RAMOS, 2009).

O conhecimento sobre o potencial nutricional da casca da manga contribui para o aumento da viabilidade de utilização das partes descartadas como insumo em formulações alimentícias, assim como, agrega valor ao produto possibilitando o desenvolvimento de novas formulações para potenciais consumidores que se preocupam com a manutenção da saúde (MORENO, 2016).

A casca da manga também pode ser considerada uma importante fonte de proteínas, carboidratos, fibras e elementos minerais, podendo assim fazer parte constituinte na elaboração de alimentos industrializados (MARQUES et al., 2010).

Considerando a importância da cultura da manga e do aproveitamento geral do fruto, da necessidade constante de avaliação de novos produtos para o incremento de alimentos funcionais no mercado, os quais ampliem as possibilidades de consumo de produtos como fontes de nutrientes e compostos bioativos, este trabalho teve por objetivo elaborar e caracterizar quanto as características físico-químicas e tecnológicas farinhas de diferentes cultivares de manga através do processamento da polpa e da casca, visando o aproveitamento de frutos desqualificados para o mercado *in natura*.

## **1.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **1.2.1 Matéria Prima**

As mangas foram coletadas do pomar implantado na Fazenda Experimental de São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu - SP, situada a 22° 44' 28" S e 48° 34' 37" O e a 740 m de altitude. O clima do município de São Manuel - SP, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico), com chuvas concentradas de novembro a abril (verão), precipitação pluvial média anual de 1.376,70 mm e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006).

### **1.2.2 Produção das farinhas de casca e polpa de manga**

Foram utilizados frutos imaturos das cultivares Tommy Atkins, Palwir, Espada Vermelha, Keitty, Haden e Bourbon, colhidos de plantas sadias no mês de Fevereiro de 2021. De cada cultivar foram colhidos 50 kg de frutos no estágio 2 de maturação (casca verde com pequena porcentagem de vermelho) a partir de 10 mangueiras de cada cultivar. Os frutos foram lavados em água corrente, sanitizados (solução de hipoclorito 200ppm, 15 minutos), e enxaguados em água clorada. A separação da

polpa e da casca foi efetuada manualmente com o auxílio de facas higienizadas.

As cascas e polpas de cada variedade foram submetidas ao processo de secagem através da utilização do forno industrial, submetidas a 60-65<sup>o</sup> C por 5 horas. Em seguida, permaneceram em temperatura ambiente (22 °C) para total resfriamento. (Figura 1).

O cálculo do rendimento das farinhas de mangas e de cascas de mangas foi realizado a fim de quantificar o rendimento do processo (Equação 1) (MENEZES *et al.*, 2009).

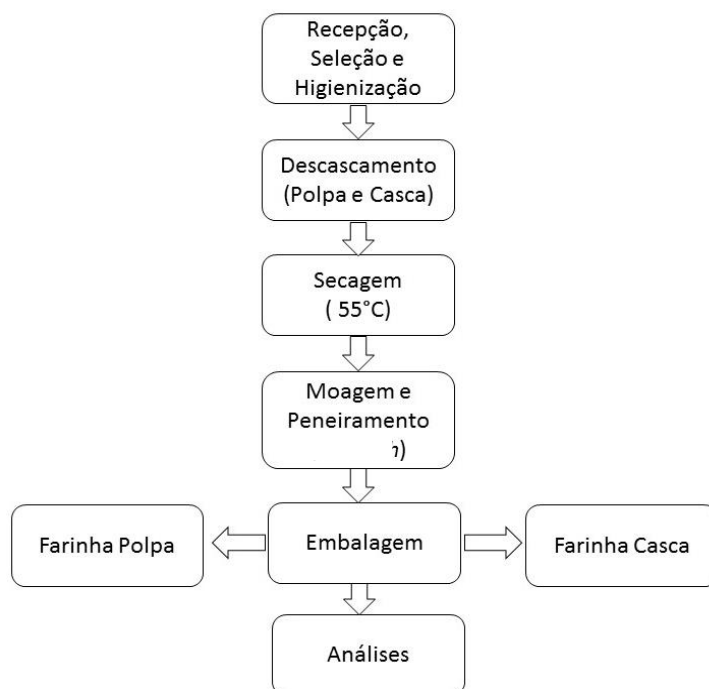
$$\% R = (Pf \times 100) / Pi$$

Onde:

R= porcentagem de rendimento da farinha,

Pf = peso final da farinha obtida após a secagem (g),

Pi = peso inicial das polpas das mangas ou cascas de mangas colocadas nas bandejas antes da desidratação (g).



**Figura 1** - Fluxograma das etapas de produção de farinha de polpa e casca de manga.

Após o processo de secagem, as amostras seguiram para a trituração em

moinho de facas, peneiramento, sendo descartadas partículas não trituradas, seguindo para o acondicionamento em embalagens de polietileno de 500 ml e armazenadas em ambiente refrigerado a 5°C até o momento das análises de caracterização.

### **1.2.3 Análises das farinhas**

#### **1.2.3.1 Umidade**

O teor de umidade foi determinado gravimetricamente, onde se utilizou 3 g de amostras levando para a estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 105°C até obtenção de massa constante. O teor de umidade foi calculado pela diferença da massa seca (AOAC, 2012).

#### **1.2.3.2 Cinzas**

O teor de cinza foi analisado pelo método da AOAC (2012), usando mufla a 550°C até peso constante.

#### **1.2.3.3 Proteínas**

O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl, também descrito pelo AOAC (2012), utilizando-se 6,25 como fator de conversão.

#### **1.2.3.4 Fibras**

O teor de fibra total foi determinado por hidrólise ácida ( $H_2SO_4$  1,25%), seguida de hidrólise alcalina (NaOH 1,25%). Foi utilizado 3g de cada amostra processada no bloco digestor de fibras, e o teor de fibras totais foi determinado por meio de hidrólise ácida seguida de hidrólise alcalina (AOAC, 2012).

#### **1.2.3.5 Lípidios**

Foram pesados aproximadamente 3g de cada amostra e submetidas ao extrator Soxhlet, utilizando éter de petróleo para a extração (AOAC, 2012).

### 1.2.3.8 Açúcares Totais e Redutores

Na determinação dos açúcares totais foram pesados 0,5 g de amostra em um erlenmeyer de 250 mL acrescentando-se 30 mL de etanol absoluto P.A. e 30 mL de água destilada, e levando-se a banho com aquecimento entre 60-65°C por 60 minutos. Posteriormente, foi acrescentado 1 mL de HCl P.A. concentrado e após agitação, a amostra ficou no banho por mais 1 hora. Após este tempo, a amostra foi transferida para ser resfriada para um balão volumétrico de 250 mL efetuando-se a neutralização com solução saturada de carbonato de sódio e o volume do balão completado com água destilada. Após agitação foi retirada uma amostra do material e o teor de açúcares totais determinado em espectrofotômetro (SOMOGY, 1945).

Para a análise de teor de açúcares redutores foi utilizada 1 grama de amostra colocada em um erlenmeyer de 250 mL, sendo adicionado 50 mL de água destilada. Os frascos permaneceram em banho com aquecimento a 65°C por 30 minutos, sendo em seguida retirados e resfriados. O material foi transferido para balão volumétrico de 100 mL passando por papel de filtro comum, sendo o volume completado com água destilada. Uma amostra foi retirada e determinado o teor de açúcares redutores conforme metodologia de SOMOGY (1945).

### 1.2.3.10 Amido Total

O teor de amido total foi determinado pelo método de hidrólise enzimática, segundo metodologia ISO-6647 (1987), em que 200 mg de amostra foi colocada em erlenmeyers de 125 ml e adicionados 42 ml de água destilada, 100 µl de solução de alfa-amilase (Termamyl 120L-Novozymes) e 1ml de solução tampão acetato de sódio 2 mol.l-1 em pH 4,8. As amostras seguiram para banho com agitação à temperatura de 90 °C por duas horas. Após, isso as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente, sendo adicionados 100 µl de amiloglucosidase A-7255 (Sigma), e voltando ao Banho-Maria por mais duas horas, sob agitação constante a uma temperatura de 55 °C. Posteriormente, as amostras foram resfriadas e transferidas para balão volumétrico de 250 ml, onde o volume foi completado com água destilada. Após homogeneização foi retirada uma alíquota de 5 ml, e esta, transferida para balão volumétrico de 100 ml, onde o pH foi corrigido para 7 e o volume completado com água destilada. As amostras foram lidas as absorbâncias, em espectrofotômetro.

### 1.2.3.7 pH e Acidez

Para a determinação do pH foi utilizada 10g de amostra que foi colocada em um Becker de 250mL. Foi adicionado 100mL de água destilada e a mistura foi agitada por 30 minutos em agitador magnético. Após essa etapa, as amostras foram deixadas de repouso por 10 minutos e o pH foi determinado no sobrenadante com o uso de um pH-metro.

Para a determinação da acidez titulável foram utilizadas as amostras usadas para mensurar o pH. Nessas foram colocadas 3 gotas de fenolftaleína e sob agitação as amostras foram tituladas com solução NaOH a 0,1N até atingir pH 8,2 a 8,3 no pH-metro. O volume gasto foi anotado.

O cálculo foi feito de acordo com a seguinte Equação 2:

$$\text{Acidez normal em mol} = \frac{V \times N \times F \times 100}{100\text{g de amostra}} \text{ m (Equação 2)}$$

Onde:

V: volume de NaOH a 0,1 N gastos na titulação

N: normalidade da solução de NaOH usada

F: fator de correção da normalidade do NaOH a 0,1N

m: massa da amostra

### 1.2.3.8 Atividade Antioxidante

A análise da capacidade antioxidante das farinhas de manga foi baseada na utilização do reagente DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil) seguido pelo método de Brand- Williams et al. (1995), com adaptações. As amostras foram extraídas em metanol (100%) e as leituras realizadas a 517nm em espectrofotômetro . Os resultados expressos em mg 100 g<sup>-1</sup> em equivalente de Trolox (TEAC), (TSENG et al.,2006).

### 1.2.3.9 Carotenoides Totais

A determinação de carotenoides totais foi realizada de acordo com Lichtenthaler (1987), com modificações, utilizando acetona a 80% como padrão. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470,

646 e 663 nm. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/g}$ .

#### **1.2.3.10 Composição Mineral**

A mensuração dos micronutrientes foi realizada no Laboratório de Análises Agrícolas e Ambientais (Agrilab, Botucatu-SP). As farinhas foram analisadas quanto aos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, cobre, zinco, manganês e boro de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

### **1.2.4 Determinações dos parâmetros tecnológicos**

#### **1.2.4.1 Granulometria**

A análise granulométrica foi realizada para classificar as farinhas. Segundo Zanotto e Bellaver (1996), para determinar a classificação granulométrica foi utilizado um equipamento agitador de peneiras com reostato ajustado, composto por quatro peneiras com aberturas de diferentes diâmetros e o fundo, padrão ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), adaptadas conforme disponibilidade do laboratório, com 20, 28, 35 e 60 mesh.

#### **1.2.4.2 Atividade de Água (Aw)**

A determinação da atividade de água foi realizada por meio do equipamento Aqualab, sendo as amostras acondicionadas em dessecadores assim através da leitura direta em um medidor de atividade de água digital.

#### **1.2.4.3 Cor**

A cor das farinhas foi analisada no colorímetro Minolta CR-400. Os resultados foram expressos em valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , hue e croma (intensidade da cor), onde os valores de  $L^*$  (luminosidade ou brilho) variam do preto (0) ao branco (100), os valores do croma  $a^*$  variam do verde (-60) ao vermelho (+60) e os valores do croma  $b^*$  variam do azul ao amarelo, ou seja, de -60 a +60, respectivamente.

#### **1.2.4.4 Índice de absorção de água (IAA)**

Para determinação do IAA foram utilizadas amostras de 0,001kg de farinha, suspensas em  $2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$  de água destilada, em tubos de centrífuga previamente

tarados, submetidos à agitação em vórtex por 1800s e centrifugados a 2500rpm por um período de 10 minutos. O sobrenadante foi transferido para uma placa de Petri de peso conhecido e o tubo contendo o precipitado foi pesado. O IAA, em kg de água por kg de matéria seca, foi obtido pela relação da massa de farinha hidratada pela farinha desidratada, conforme a Equação 3:

$$\text{IAA} = \frac{\text{massa do resíduo hidratado}}{\text{massa do resíduo desidratado}} \quad (\text{Equação 3})$$

#### 1.2.4.5 Índice de absorção de óleo

Para obtenção do IAO, as amostras contendo 0,001kg de farinha foram suspensas em  $2,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$  de óleo de soja, colocados em tubos de centrifuga de  $5,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$  previamente pesados com agitação em vórtex durante 1800s e centrifugados a 2500rpm por um período de 600s. O líquido sobrenadante de cada amostra foi descartado e o índice, expresso em kg de óleo por kg de material seca, calculado conforme a Equação 4:

$$\text{IAO} = \frac{\text{massa do resíduo insolúvel}}{\text{massa do resíduo desidratado}} \quad (\text{Equação 4})$$

#### 1.2.4.6 Análise microscópica

As características microestruturais das farinhas de manga foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura (FEG-MEV; JEOL modelo 7500F). As amostras foram colocadas em um suporte (“stubs”) com fita adesiva dupla face, fixadas e cobertas com uma camada de ouro de 20 nm em metalizador “Balzers”, conforme metodologia descrita por Mesquita et al. (2018).

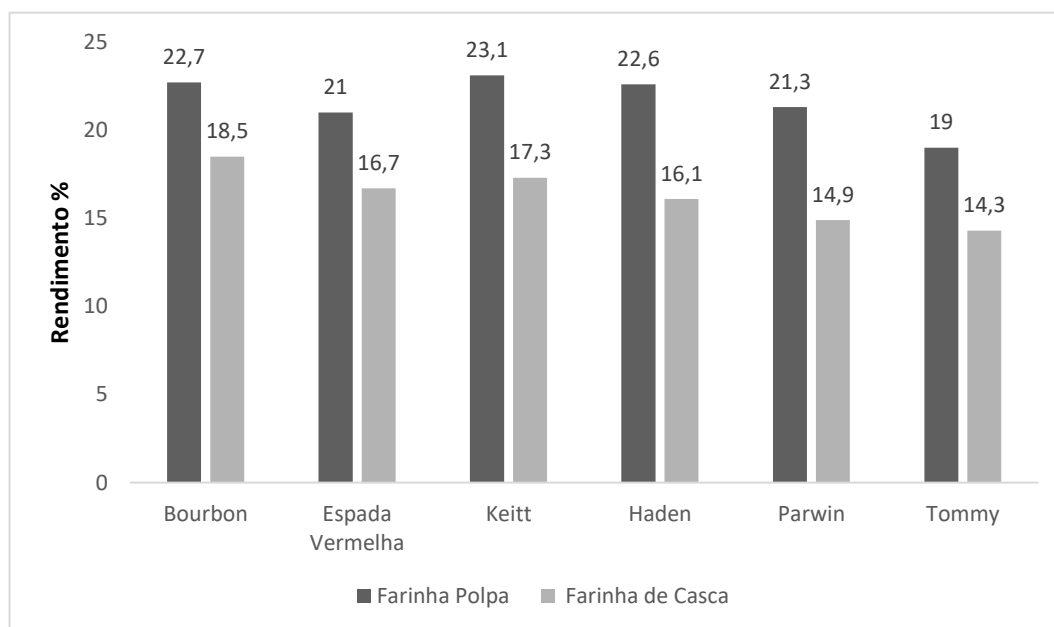
#### 1.2.5 Análises estatísticas

Os dados foram analisados utilizando o delineamento inteiramente

casualizado (DIC). Os resultados foram analisados por meio de ANOVA e teste de Tukey com nível de significância de 5%, com auxílio do programa Sisvar (FERREIRA,2011).

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos em farinha apresentados na Figura 2 pelas cultivares processadas foram semelhantes, tanto para a farinha da casca (FCM), quanto para a farinha de polpa (FPM). Os menores rendimentos observados foram para a 'Tommy Atkins' (19% e 14,3% para a FCM e FPM, respectivamente). Os valores de rendimento de cascas dos frutos foram superiores à faixa reportada por André et al. (2014), de 12 a 15%. Os rendimentos em farinha de polpa variaram de 14,3% a 18,5%, e esta variação está relacionada às características morfológicas dos frutos das diferentes cultivares, bem como, aos teores de umidade das polpas. Vale destacar os bons rendimentos em farinha de casca (22,7%) e de polpa (18,5%) observados para a cultivar Bourbon.



**Figura 2** Rendimento das farinhas da casca e polpa das cultivares de manga Bourbon, Espada Vermelha, Haden, Keitty, Palwir e Tommy Atkins.

### 1.3.1 Composição química das farinhas de manga

A análise dos dados da composição química das farinhas mostrou diferenças significativas entre as farinhas das diferentes cultivares de manga, tanto nas obtidas das cascas (FCM) (Tabela 1) como para as de polpa (FPM) (Tabela 2).

O teor de umidade das farinhas de casca e de polpa de manga enquadraram-se no requisito exigido pela RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005, a qual preconiza o valor máximo de 15% (BRASIL, 2005). Valores semelhantes foram anteriormente descritos para a farinha de casca de maracujá por Cazarin et al. (2014) e Martínez et al. (2012), os quais obtiveram teores respectivos de 9,48% e 9,30%. Os baixos teores de umidade nas farinhas de frutas são desejáveis para melhor conservação e vida de prateleira. Valores similares de umidade (7,1 e 7,23 %) foram reportados para farinha da casca de manga por Chen et al. (2019) e Roidoung, Ponta e Intisan (2020), respectivamente. Ajila et al. (2010) avaliando a farinha da casca da manga incorporada em macarrão também reportaram valores de 10,5% de umidade.

A farinha de casca da 'Espada Vermelha' apresentou teor de 4,77% de cinzas significativamente superior ( $p \leq 0,05$ ) às demais farinhas de cascas. Os teores de cinzas das farinhas de casca foram superiores ao reportado por Mayo-Mayo et al. (2020) para casca da manga 2,31 g/100g, exceto a farinha de casca de 'Parwin'. As cinzas representam o conteúdo de minerais nas amostras, evidenciando a potencialidade de incremento de minerais com o uso das farinhas de manga (FCM e FPM) em formulações alimentícias.

Os teores de proteínas nas farinhas de manga variaram de 2,85 a 5,67% para a FCM e de 2,88 a 3,90% para a FPM, com os maiores teores observados nas farinhas da cultivar Bourbon. Apesar dos consideráveis níveis proteína observados nas farinhas de manga, de acordo com a RDC nº 54 da ANVISA (BRASIL, 2012) para um produto ser considerado fonte de proteína, ele deve conter um mínimo de 6 g de proteína por porção do produto.

Azevedo e colaboradores (2008) encontraram 2,01% de proteína para a farinha da casca de manga, valor próximo ao encontrado nesse estudo para a farinha de manga 'Keitt'.

**Tabela 1- Composição química das farinhas de casca de manga (base seca)**

<b>Cultivar</b>	<b>Umidade (g/100g)</b>	<b>Cinzas (g/100g)</b>	<b>Proteína (g/100g)</b>	<b>Fibras (g/100g)</b>	<b>Lípidios (g/100g)</b>	<b>Carboidratos (g/100g)</b>
Bourbon	6,49±0,08 <sup>b</sup>	3,76±0,00 <sup>b</sup>	5,67±0,00 <sup>a</sup>	29,06±0,00 <sup>c</sup>	1,55±0,02 <sup>c</sup>	60,06±0,47
Espada V	5,80±0,12 <sup>c</sup>	4,77±0,03 <sup>a</sup>	3,02±0,00 <sup>e</sup>	20,92±0,00 <sup>e</sup>	1,03±0,03 <sup>d</sup>	70,24±0,32
Haden	4,80±0,06 <sup>d</sup>	3,32±0,02 <sup>c</sup>	4,35±0,01 <sup>b</sup>	53,16±0,00 <sup>a</sup>	1,61±0,04 <sup>c</sup>	37,55±0,86
Keitty	5,59±0,03 <sup>c</sup>	3,89±0,02 <sup>b</sup>	2,85±0,01 <sup>f</sup>	25,23±0,00 <sup>d</sup>	1,11±0,02 <sup>d</sup>	58,87±0,31
Parwin	5,79±0,02 <sup>c</sup>	1,93±0,01 <sup>e</sup>	4,04±0,01 <sup>c</sup>	38,99±0,00 <sup>b</sup>	2,68±0,03 <sup>a</sup>	52,34±0,51
Tommy	7,85±0,05 <sup>a</sup>	2,78±0,04 <sup>d</sup>	3,79±0,00 <sup>d</sup>	42,10±0,00 <sup>b</sup>	2,02±0,02 <sup>b</sup>	49,30±1,02

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) (n = 3). Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

**Tabela 2- Composição química das farinhas de polpa de manga (base seca)**

	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína (g/100g)	Fibras (g/100g)	Lípidios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)
Bourbon	6,14 ±0,05 <sup>d</sup>	3,08±0,02 <sup>c</sup>	3,90±0,06 <sup>a</sup>	24,00±0,02 <sup>a</sup>	1,27±0,03 <sup>ab</sup>	67,73±0,45
Espada V	7,74±0,04 <sup>c</sup>	4,89±0,02 <sup>a</sup>	2,47±0,20 <sup>d</sup>	13,17±0,00 <sup>c</sup>	1,24±0,04 <sup>ab</sup>	78,21±0,26
Haden	8,85±0,02 <sup>b</sup>	1,92±0,03 <sup>d</sup>	3,50±0,06 <sup>b</sup>	8,33±0,02 <sup>e</sup>	1,35±0,12 <sup>a</sup>	84,87±0,28
Keitty	9,94±0,04 <sup>a</sup>	3,61±0,02 <sup>b</sup>	2,88±0,13 <sup>cd</sup>	11,08±0,01 <sup>d</sup>	1,14±0,13 <sup>b</sup>	81,28±0,25
Parwin	9,89±0,06 <sup>a</sup>	3,09±0,00 <sup>c</sup>	3,10±0,15 <sup>c</sup>	23,19±0,01 <sup>a</sup>	1,23±0,24 <sup>ab</sup>	69,36±0,26
Tommy	10,39±0,03 <sup>a</sup>	2,02±0,03 <sup>d</sup>	3,45±0,04 <sup>b</sup>	17,59±0,02 <sup>b</sup>	1,38±0,04 <sup>a</sup>	75,55±0,49

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) (n = 3). Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os maiores teores de proteína observados nas farinhas de casca de todas as cultivares de manga estudadas estão em acordo com a observação de Marques et al. (2010) em estudo sobre a composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga *in natura* cv. Tommy Atkins que concluíram que o conteúdo de proteína da casca foi maior do que na polpa.

O teor de fibras na farinha da casca variou de 20,92 a 53,16%, enquanto os teores de fibras na farinha de polpa foram de 8,33 a 24,00%. Diversos estudos apontam que as cascas de manga podem ser uma fonte sustentável de fibras para a indústria alimentícia, indicando variações de 35,5 a 78,3% de fibra total em base seca, 11,2 a 28% de fibra solúvel e 23,5 a 50,3% de fibra insolúvel (AJILA et al., 2007; ABDUL AZIZ et al., 2012; UMBREEN et al., 2015; DEL PILAR SANCHEZ-CAMARGO et al., 2019).

O conteúdo de lipídios totais obtidos variou de 1,03% a 2,68 % para as farinhas da casca e de 1,14% a 1,38% para farinha de polpa, com diferenciações entre as cultivares.

Tanto os valores de fibras são superiores aos regulados pela legislação brasileira, que estabelece valores mínimos de 3 g de fibras alimentares e de 6 g de proteína por 100 g de farinha (ANVISA, 2012). Esta gama de valores também está de acordo com o trabalho de Storck et al. (2015), cujos valores de fibras foram de 21,3 a 54,5%, e de proteínas, de 8,2 a 15,6%.

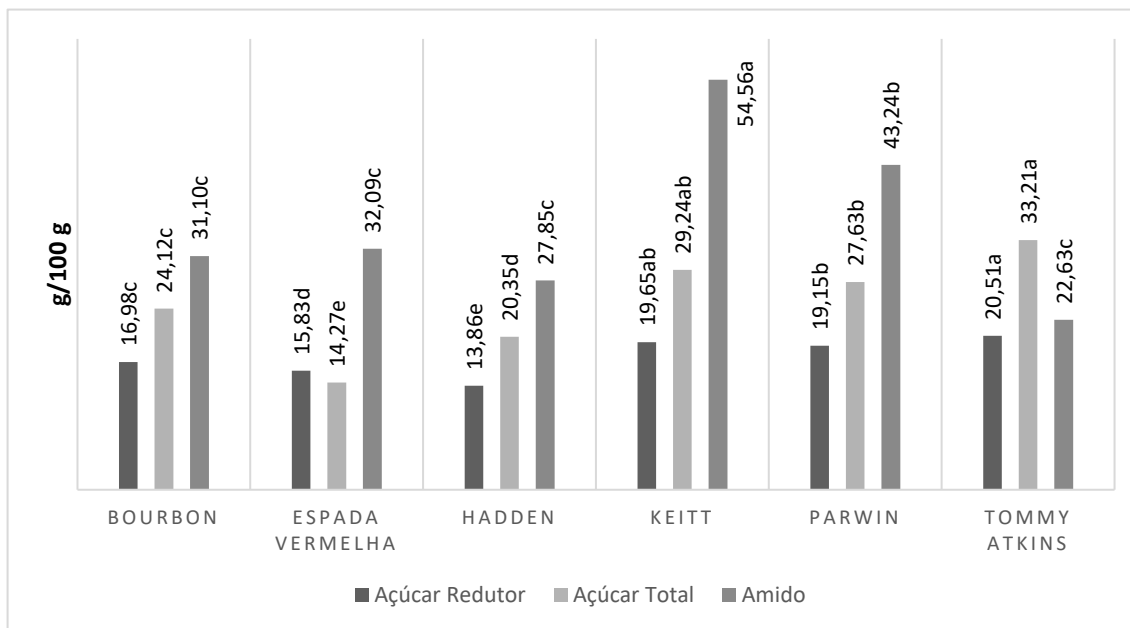
Observou-se que as farinhas de casca e polpa possui uma reduzida concentração de proteínas e lipídeos, porém concentração superior de fibras. Chen et al. (2019) também reportaram o mesmo comportamento para o pó da casca da manga seca à 55°C, que apresentou baixa concentração de proteínas e lipídeos 6,8 e 0,9 g/100g e uma elevada concentração de fibras 44,4 g/100g.

Os valores de carboidratos foram de 37,55 a 60,06% para as farinhas de casca e 69,36 a 78,21 % para farinha da polpa de manga. Marques e colaboradores (2010) encontram o valor de 12,89% de carboidratos na casca de manga *in natura* cv. Tommy Atkins, valor inferior ao encontrado nesse estudo. Assim determinar carboidratos se mostra essencial, pois incluem açúcares redutores, açúcar não redutor, amidos e fibras, que desempenham papel fundamental no sabor e na estrutura da fruta (POMARES-VICIANA et al., 2018).

O teor de açúcares totais apresentado para as farinhas de casca variou de 14,27 a 33,21 e 9,65 a 45,33 % para farinha da polpa de manga. Fonseca et al. (2021)

apresentaram um valor em polpa de 11,4 g 100g<sup>-1</sup> e casca 10,4 g 100g<sup>-1</sup> diferindo do presente estudo com a cultivar de manga 'Carlota'.

### Farinha de casca de manga



### Farinha de polpa de manga

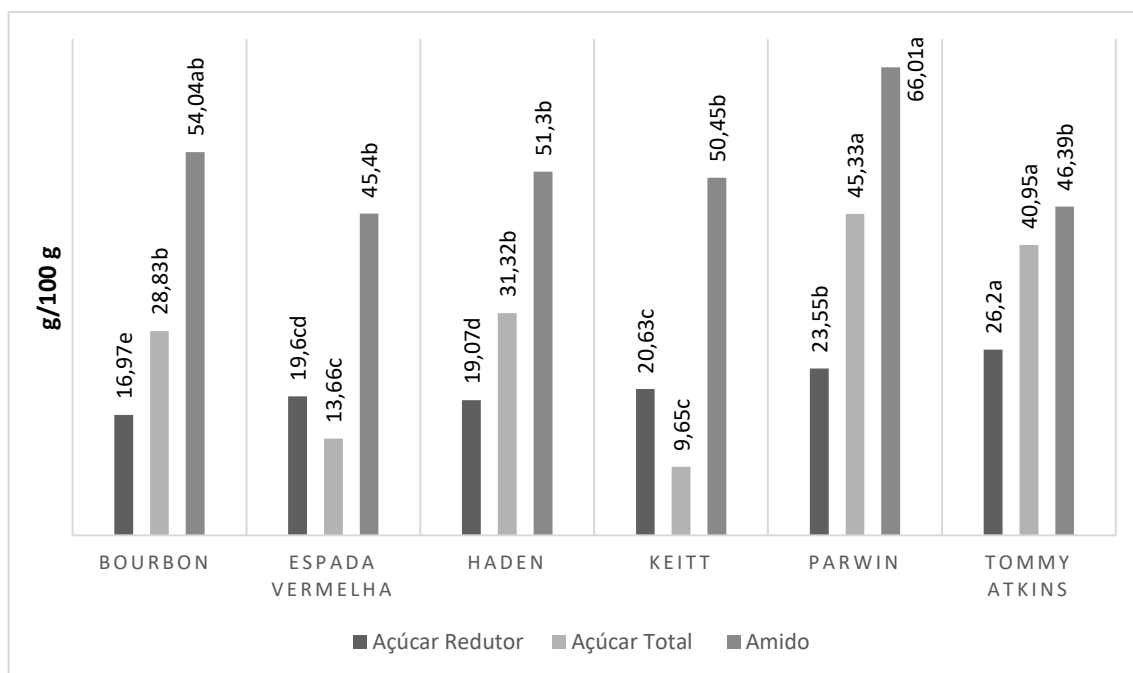


Figura 3- Composição química das farinhas de casca e polpa de manga (base seca)

Observou-se que o teor de açúcares redutores das farinha polpa foi superior ao da farinha das cascas. Os teores de açúcares redutores na farinha de casca variou de 13,86 a 20,51 g 100g<sup>-1</sup> e na farinha de polpa 16,97 a 26,20 g 100g<sup>-1</sup> se apresentaram superior ao relatado por Fonseca et al., (2021) 4,27 g 100g<sup>-1</sup> em casca e em polpa 4,14 g 100g<sup>-1</sup>, para variedade 'Carlota'.

Os teores de amido da farinha de casca 22,63 a 54,56 e polpa 45,33 a 66,01 (Figura 3) similares perante os encontrados no estudo de Candido (2020) em sua pesquisa com farinhas de banana produzidas em sistema de convencional sendo 67,1 g 100g<sup>-1</sup> para polpa e 25,3 g 100g<sup>-1</sup> para a casca. Patiño-Rodríguez et al., (2020) ao avaliar farinhas de polpa de manga 'Ataulfo' apresentou o maior teor de amido 41,09 g/100 g que a farinha da casca 21,28 g/100 g nas amostras analisadas.

O amido da farinha da polpa da "Parwin" está próximo aos resultados de Borges et al. (2009), que foi de 72,72%, porém, o resultado da farinha de casca da 'Haden' foi inferior ao observado na literatura. Esse resultado é justificável, pois à medida que a fruta amadurece o amido é convertido em açúcares menores. O teor total de amido nas farinhas polpa das variedades de manga foi próximo ao relatado na polpa de banana verde (72%), kiwi (38%) e maçã (45%) (GARCIA-VALLE et al., 2019, LI e ZHU, 2017, STEVENSON et al., 2006).

O potencial hidrogênio iônico (pH) também é uma das maneiras para se determinar a acidez, a qual se relaciona diretamente com as frutas que deram origem as farinhas das mesmas. O menor valor de pH observado foi na farinha de polpa da manga 'Parwin' (3,65±0,09) enquanto que o maior valor observado foi na farinha casca 'Bourbon' (5,31±0,07) (Tabela 3).

Castilho et al (2014) encontrou para farinha de banana verde cv maçã e prata pH igual a 6,11 e 6,24, respectivamente, superiores ao nosso estudo (pH=5,71). Amorim et al. (2012) encontraram para farinha de semente de abóbora pH igual a 6,22. Para farinhas de pedúnculo de caju e casca de maracujá encontraram pH de 4,15 e 3,77, respectivamente (ALCANTARA et al., 2012).

Neste trabalho, verificou-se que o pH se situou na faixa de 3,50 a 6,50, demonstrando que essas farinhas se enquadraram na faixa de pH (2,0 e 8,5) em que os mofos e leveduras se multiplicam com facilidade. Valores menores de pH podem indicar concentração de ácidos durante um processo de secagem, como é o caso de obtenção de farinhas de frutas (ALCANTARA et al., 2012).

A farinha de polpa de manga ‘Tommy Atkins’ apresentou acidez total titulável (ATT) inferior à da polpa de umbu. Diógenes et al. (2015) analisaram polpa de manga cv. Haden e encontraram 0,48% de ácido cítrico. Silva et al. (2016) determinaram as características físico-químicas da polpa de manga cv. Espada e encontraram 0,43% de ácido cítrico, valores superiores ao encontrado neste trabalho e Lima et al. (2015) caracterizaram umbu-cajazeira (*Spondias sp.*) e encontraram 1,27% de ácido cítrico, valor próximo ao determinado neste trabalho.

O teor de acidez determina o nível da qualidade da farinha. Por exemplo a farinha de trigo, quanto mais alta sua acidez menor será sua qualidade e, quando esta for utilizada como matéria prima, interferirá diretamente no produto final (ABUD et al., 2010).

**Tabela 3 – Valores de pH e acidez titulável para as farinhas de casca e polpa de mangas**

Cultivar	pH		Acidez titulável	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Bourbon	5,31 ±0,06 <sup>a</sup>	4,27 ±0,06 <sup>a</sup>	1,65 ±0,01 <sup>a</sup>	0,81 ±0,01 <sup>b</sup>
Espada V	4,60 ±0,03 <sup>c</sup>	3,79 ±0,03 <sup>d</sup>	1,12 ±0,01 <sup>c</sup>	0,59 ±0,01 <sup>d</sup>
Haden	5,21 ±0,06 <sup>a</sup>	3,86 ±0,06 <sup>c</sup>	1,37 ±0,07 <sup>b</sup>	0,92 ±0,08 <sup>a</sup>
Keitty	4,40 ±0,02 <sup>d</sup>	4,10 ±0,02 <sup>b</sup>	1,58 ±0,01 <sup>a</sup>	0,70 ±0,01 <sup>c</sup>
Parwin	4,91 ±0,09 <sup>b</sup>	3,65 ±0,09 <sup>e</sup>	1,51 ±0,13 <sup>ab</sup>	0,44 ±0,13 <sup>e</sup>
Tommy	4,73 ±0,07 <sup>c</sup>	3,80 ±0,07 <sup>d</sup>	1,38 ±0,06 <sup>b</sup>	0,96 ±0,06 <sup>c</sup>

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) (n = 3). Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes a atividade antioxidante. Os resultados obtidos pela atividade antioxidantes para todas as farinhas de casca e polpa demonstraram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ). Os valores encontrados variaram de 218,66 a 576,41 ( $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ ) para a farinha de casca e 31,68 a 45,19 ( $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ ) para farinhas de polpa. Ajila et al. (2010) em seu estudo relataram uma alta atividade antioxidante para extratos da casca de manga e sugeriram o uso como nutracêutico e para alimentos funcionais.

Muralidhara et al. (2019) ao avaliar a atividade antioxidante total na casca de manga registrou que as cultivares tinham valores de 5,53  $\mu\text{mol Trolox}/100$  para a 'Banganpalli' seguido por Kesar, Mallika, Vanraj, Neelum e Arunika (4.35, 4.34, 4.29 e 4,17  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{g}$ , respectivamente).

Fu et al. (2011) e Chen et al. (2014) destacam que as polpas têm alta atividade antioxidante, relatando que os valores de atividade antioxidante (ABTS<sup>+</sup>), para mangas comercializadas na China que estejam de acordo com os resultados encontrados neste estudo, com capacidade de sequestro variando de 3,8 a 9,42  $\mu\text{M Trolox g}^{-1}$ . No entanto, a eficiência antioxidante dos compostos bioativos depende de sua estrutura e sua concentração nos alimentos. Estes são em grande parte influenciados por fatores genéticos, condições ambientais, maturação e condições de conservação pós-colheita (SELANI et al., 2016).

Morais et al. (2015), em um estudo avaliando frutas tropicais, relataram que cascas e sementes de frutas têm maior capacidade antioxidante e compostos antioxidantes que as polpas, que são pobres nesses compostos e o método de secagem no forno e a liofilização podem diminuir o composto antioxidante.

Com relação aos teores de carotenoides (Tabela 4) foram encontrados teores variando de 4,22 a 11,50 ( $\mu\text{g/g}$ ) para farinha de polpa e 35,55 a 68,12 ( $\mu\text{g/g}$ ) para farinha de casca. Para a FPM o valor de 11,50 ( $\mu\text{g/g}$ ) foi próximo aos encontrados por Barros et al. (2017), em seu estudo sobre resíduos de frutos exóticos, incluindo casca, polpa e semente de bacaba, com teor médio de 15,47 mg  $\beta$ -caroteno/mg.

O teor de carotenoides totais encontrado nas farinhas de casca em estudo foi inferior aos determinados por Gomes et al. (2016) que determinaram 651,3  $\mu\text{g}/100$  g para as cascas de manga *in natura*. Já para Salec et al. (2016) que obtiveram 20,06 e 28,05 mg/100 g para as farinhas das cascas de manga 'Palmer' e 'Tommy Atkins' os valores encontrados em ambas farinhas de casca deste estudo foi mais alto conforme abordado em suas pesquisas.

**Tabela 4 – Valores de Atividade Antioxidante e Carotenoides para farinhas de casca e polpa de manga**

Cultivar	Atividade Antioxidante ( $\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ )		Carotenoides ( $\mu\text{g/g}$ )	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Bourbon	390,34 $\pm$ 1,91 <sup>bc</sup>	45,16 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>	68,12 $\pm$ 0,36 <sup>a</sup>	5,36 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
Espada V	444,32 $\pm$ 1,44 <sup>b</sup>	44,09 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	40,39 $\pm$ 0,24 <sup>d</sup>	4,75 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>
Haden	362,26 $\pm$ 1,39 <sup>c</sup>	45,19 $\pm$ 0,89 <sup>b</sup>	35,55 $\pm$ 0,21 <sup>e</sup>	4,22 $\pm$ 0,02 <sup>d</sup>
Keitty	315,71 $\pm$ 1,40 <sup>d</sup>	31,68 $\pm$ 0,23 <sup>e</sup>	41,63 $\pm$ 0,18 <sup>d</sup>	11,50 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
Parwin	576,41 $\pm$ 1,56 <sup>a</sup>	48,84 $\pm$ 0,59 <sup>a</sup>	46,73 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	4,95 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>
Tommy	218,66 $\pm$ 0,48 <sup>e</sup>	34,62 $\pm$ 0,20 <sup>c</sup>	55,20 $\pm$ 0,46 <sup>b</sup>	4,67 $\pm$ 0,13 <sup>c</sup>

Os resultados são expressos como média  $\pm$  desvio padrão (DP) (n = 3). Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os níveis de carotenoides aqui observados são semelhantes aos valores relatados entre 5,0 e 7,5 mgs 100 g<sup>-1</sup> em polpa e 7,5 - 12,5 mgs 100 g<sup>-1</sup> e casca de cultivares 'Tainong' e 'Jinhuang' comercializadas na China (LIANG et al., 2020).

Muralidhara et al., (2019) abordou em sua pesquisa que casca de manga madura, Ambika (8,96 mg/100g) apresentava carotenoides totais mais elevados seguidos por Arunika (8,06 mg/100g), ambas variedades coloridas. Contudo, no caso de polpa de manga madura, Amrapali possuía mais teor mais elevado (10,33 mg/100g) seguido por Kesar (9,60 mg/100g).

O conteúdo de carotenoides total em extratos de acetona de casca de manga (verde e madura) variou entre 74-436 mg/g em 'Raspuri' e 'Badam' e os teores de carotenoides em casca de manga madura foram maiores em comparação com casca de manga verde em ambas variedades (Ajila et al. 2007).

A polpa de 'Palmer' continha mais carotenoides polpa (394,90 mg.100 g<sup>-1</sup>) do que sua casca (257,64 mg.100 g<sup>-1</sup>) independentemente do tratamento de higienização aplicado (Mônaco et al. 2014).

Carvalho et al. (2004) observaram valores de carotenoides de 40  $\mu\text{g.g}^{-1}$  para a 'Palmer', valor semelhante ao que observado neste estudo. Liu et al. (2013) relataram que os valores carotenoides de quatro variedades de manga variaram de 25,7

'JinHwang' a  $61,4 \mu\text{g.g}^{-1}$  'Keitt', enquanto Gentile et al. (2019) relataram maior variação, com valores que variam de  $3,69$  'Keitt' a  $63,91 \mu\text{g.g}^{-1}$  'Carrie'.

Fatores como exposição solar durante a etapa de frutificação, genótipo, estágio de maturidade e armazenamento afetam a produção de carotenoides (GENTILE et al., 2019) e auxiliam na compreensão das diferenças encontradas entre as farinhas das cultivares de manga avaliadas neste estudo e aqueles relatados na literatura.

Muralidhara et al., (2019) e colaboradores em sua pesquisa perceberam que em relação ao teor de carotenoides totais, foi identificado que existe uma concentração ligeiramente maior de carotenoides na casca do que na polpa. Em relação à atividade antioxidante, esta seguiu um padrão semelhante ao teor total de compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides, ou seja, a casca da manga apresenta maior atividade antioxidante em relação à polpa da manga.

Na Figura 4 são apresentados os resultados obtidos por espectroscopia de absorção atômica para a determinação dos elementos minerais individuais nas amostras de farinhas de casca e polpa das cultivares de manga trabalhadas.

A produção de farinhas de frutos imaturos apresenta grande potencialidade de uso para a indústria de alimentos, principalmente em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis, por serem ricas em amido e sais minerais (CARVALHO, 2000).

Dentre os elementos minerais analisados nas farinhas de casca e polpa, o potássio apresentou maiores concentrações, seguido do cálcio, e o que apresentou menor teor foi o fósforo, seguido do magnésio. O potássio apresentou teor de  $16 \text{ g.kg}^{-1}$  para a farinha de manga 'Espada' e  $17 \text{ g.kg}^{-1}$  para a farinha de polpa 'Bourbon'. O cálcio apresentou nas farinhas de casca um teor de  $1-3 \text{ g.kg}^{-1}$  para a, e para a farinha da polpa foi de  $1-6 \text{ g.kg}^{-1}$ . O conteúdo de minerais na polpa e nas cascas de manga varia entre e dentro das cultivares. Fatores como as características químicas do solo, sistema de irrigação e estágio de maturação podem afetar a quantidade e o perfil de minerais (MARÇAL E PINTADO, 2021).

Para os minerais essenciais (Figura 5) o teor de ferro encontrado nas duas farinhas variou de  $2-29 \text{ mg.kg}^{-1}$  para a farinha de casca e para a farinha da polpa foi de  $1-14 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Os teores encontrados de zinco variaram de  $8-10 \text{ mg.kg}^{-1}$  para a farinha de casca e para a farinha da polpa foi de  $6-8 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Sendo assim, o ferro apresentou maior concentração nas farinhas, enquanto o cobre foi o mineral de menor teor. Para o zinco e manganês os valores recomendáveis pela IDR são menores, 7 e

2,3 mg/dia, respectivamente (BRASIL, 2005).

Manohar, (2016) encontraram em casca de manga 'Alphonso' 0,66 mg 100g<sup>-1</sup> de zinco, 12,79 mg 100g<sup>-1</sup> de ferro e 4,77 mg 100g<sup>-1</sup> de manganês e Sabino et al. (2015) quantificaram em casca de manga cv. Coité, 1,08 mg 100g<sup>-1</sup> de ferro, 0,19 mg 100g<sup>-1</sup> de cobre, 0,34 mg 100g<sup>-1</sup> de manganês e 6,80 mg 100g<sup>-1</sup> de zinco. Já Quintana-Obregón et al. (2019) analisaram minerais no pericarpo de 3 cultivares de manga e encontraram na Tommy Atkins 17,16 mg L<sup>-1</sup> de ferro, 20,19 mg L<sup>-1</sup> de manganês, 6,02 mg L<sup>-1</sup> de zinco e 3,28 mg L<sup>-1</sup> de cobre.

**Figura 4- Composição de minerais das farinhas de casca de manga**

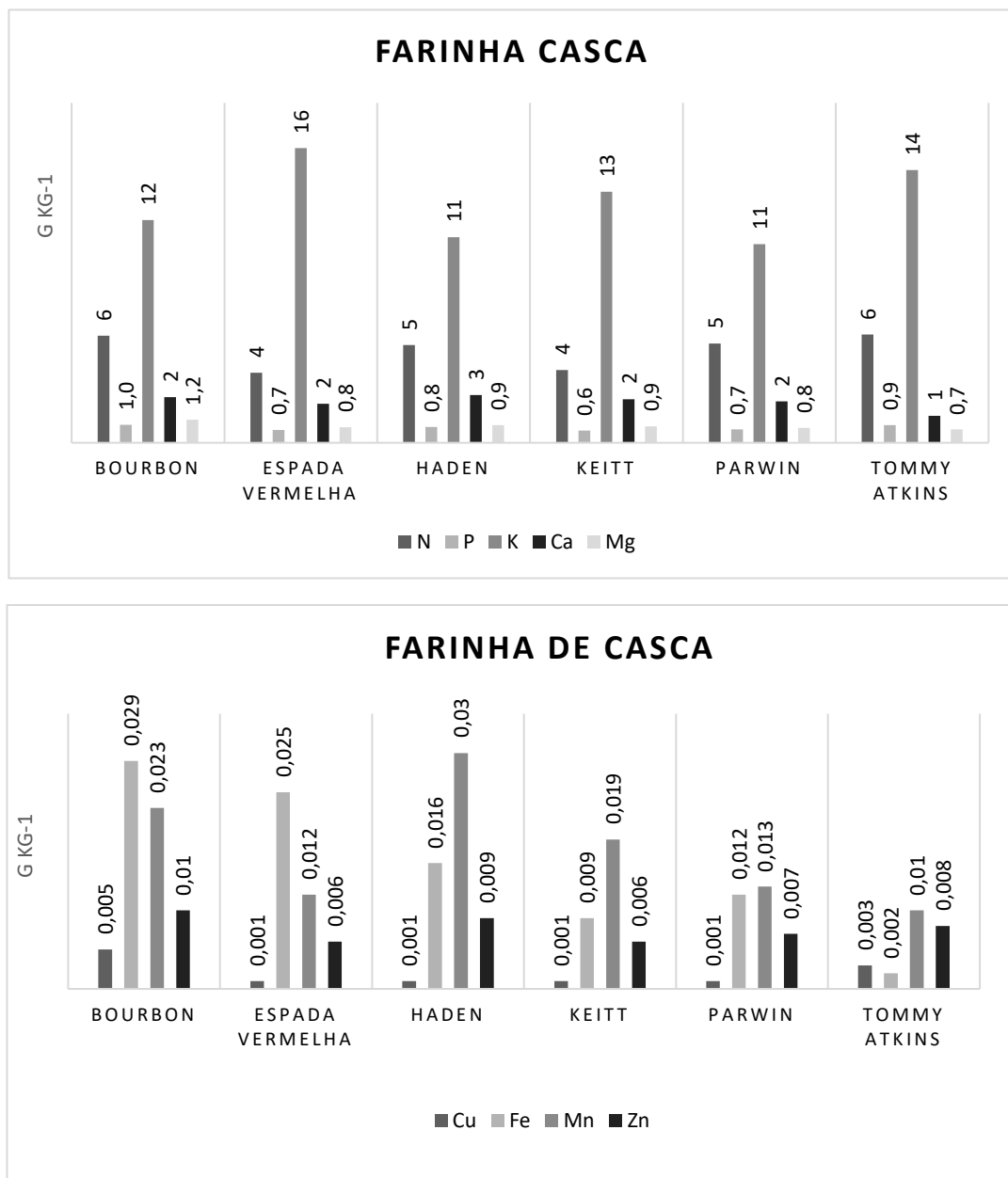


Figura 5- Composição de minerais das farinhas de polpa de manga



## 1.3.2 Parametros Tecnológicos

### 1.3.2.1. Granulometria

Os testes granulometria das farinhas mostraram valores de  $\leq 20$  mesh a  $> 60$  mesh (Tabela 5) para farinha da casca de manga. Para a análise, foram feitas farinhas compostas de todas as granulometrias, para avaliá-las de acordo com o processamento que seria utilizado industrialmente. De acordo com a legislação brasileira, as farinhas de trigo para uso doméstico e industrial devem ter um diâmetro médio de partícula igual ou inferior a  $250,00 \mu\text{m}$ , que equivale a 60 mesh. (INMETRO, 2014). De acordo com a Instrução Normativa nº 8 (BRASIL, 2005), 95% da farinha de trigo deve passar pela peneira de 0,25 mm, o que foi verificado no presente estudo para todas as amostras que passaram pela peneira de 0,25 mm, respectivamente, 27,70%, 28,43%, 31,79%, 38,93%, 39,17% e 53,56% de farinha de casca; já para a farinha de polpa foram obtidos 22,27%, 23,21%, 31,64%, 38,30%, 38,47% e 60,09% de percentuais retidos na base. Schmiele e colaboradores (2012) realizaram a análise granulométrica da farinha de trigo e observaram que mais de 95% da amostra passava pela peneira de 0,25 mm, resultado diferente encontrado no experimento. Processos de moagem distintos podem ter resultado nesses valores.

Para peneira com abertura de 60 mesh a farinha de casca, apresentou maior percentual de 51,10% polpa e para casca 43,30% retido, já as peneiras de 35 mesh, também tiveram alto percentual retido, onde a farinha da casca Tommy Atkins 15,22% e a da farinha polpa Haden 15,82%. Assim respectivamente na peneira de 28 mesh, tiveram 15,10% e 15,11% de percentual de farinha de casca Espada Vermelha e polpa Bourbon. Borges e colaboradores (2006) analisaram a granulometria de farinhas mistas de trigo e aveia e observaram que, com o aumento do percentual de substituição, maior era a retenção das amostras nas peneiras de menor abertura, o que foi observado no presente estudo.

A característica granulométrica da matéria-prima constitui aspecto relevante na panificação, permitindo ou não uma maior uniformidade do produto elaborado (BORGES et al., 2011). O tamanho de partícula influencia diretamente a capacidade de absorção de água, o tempo de mistura e as características sensoriais do produto como aparência, sabor e textura (BORGES et al., 2003).

**Tabela 5. Tamanho de partículas das farinhas de cascas das cultivares Bourbon, Espada Vermelha , Haden, Keitty ,Palwir ,Tommy Atkins, de manga obtidas após moagem em moinho de facas**

**Granulometria**

Farinha/ cultivar	20 mesh		28 mesh		35 mesh		60 mesh		Base	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Bourbon	10,10	1,37	7,84	15,11	14,68	14,76	13,82	30,29	53,56	38,47
Espada Vermelha	7,75	2,15	15,10	8,39	11,15	8,84	43,30	42,32	22,70	38,30
Haden	6,64	1,11	12,09	6,51	11,14	15,82	38,34	44,92	31,79	31,64
Keitty	6,19	5,89	10,87	9,59	15,10	12,63	28,91	49,62	38,93	22,27
Parwin	9,22	3,30	10,75	10,05	13,90	12,34	26,96	51,10	39,17	23,21
Tommy Atkins	9,29	2,85	12,44	7,37	15,22	12,08	34,62	17,61	28,43	60,09

A influência da granulometria de farinhas nas propriedades de produtos de panificação ainda não foi totalmente elucidada, no entanto, acredita-se que partículas finas e uniformes promovam maior dispersibilidade da farinha na massa (BORGES et al., 2011). As farinhas com tamanhos de partículas relativamente grandes são favoráveis para manutenção das características de hidratação e textura do produto (MARTINEZ et al., 2012).

#### **1.3.2.2. Cor**







As Tabelas 6 e 7 mostram a colorimetria das farinhas da polpa de manga das cultivares trabalhadas, onde se observa que todas as farinhas apresentaram diferenças significativas para  $L^*$  variando para polpa entre 71,31 a 83,17,  $a^*$  (de 2,80 a 5,97) e  $b^*$  (de 16,46 a 20,57).  $L^*$  é a medida de luminosidade que varia de zero (preto) a 100 (branco), valores positivos de  $a^*$  estão em a direção ao vermelho e valores negativos em direção ao verde, enquanto valores positivos de  $b^*$  indicam amarelecimento e valores negativos indicam azul.

Os resultados do parâmetro  $L^*$  para as amostras de farinha de casca variaram de 61,34 a 71,15, para  $a^*$  de -0,25 a 2,07 e  $b^*$  de 15,36 a 23,54.

Pode se abordar que no caso dos valores colorimétricos encontrados neste trabalho os valores positivos de  $b^*$  são atribuídos aos carotenóides presentes na polpa da manga (RIBEIRO et al. 2007).







Muralidhara et al., (2019) ao trabalhar com variedades de manga encontraram valores colorimétricos de casca e polpa de manga relativamente similares aos encontrados nesse trabalho, sendo que a casca da variedade Kesar teve  $L^*$  de 62,04 e  $b^*$  alto (38.10) indicando amarelo brilhante em cor. Na casca, o  $a^*$  foi mais alto que os encontrados neste trabalho onde a variedade Arunika teve 18,01, seguido por Ambika (11,30), que indicando tonalidades de vermelho e roxa nas variedades, característica de frutos maduros.

Tabela 6 – Valores de coloração das farinhas de polpa de mangas verdes

						
	<b>Bourbon</b>	<b>Espada Vermelha</b>	<b>Haden</b>	<b>Keitty</b>	<b>Parwin</b>	<b>Tommy</b>
<b>L</b>	83,17±0,02 <sup>a</sup>	74,98±0,28 <sup>c</sup>	81,98±0,13 <sup>ab</sup>	71,31±0,32 <sup>d</sup>	80,94±0,12 <sup>c</sup>	81,73±0,26 <sup>ab</sup>
<b>a*</b>	3,40±0,02 <sup>c</sup>	5,97±0,08 <sup>a</sup>	3,48±0,03 <sup>c</sup>	5,91±0,03 <sup>a</sup>	4,58±0,05 <sup>b</sup>	2,80±0,03 <sup>d</sup>
<b>b*</b>	20,14±0,20 <sup>ab</sup>	19,86±0,15 <sup>ab</sup>	19,43±0,29 <sup>b</sup>	19,68±0,33 <sup>b</sup>	16,46±0,16 <sup>c</sup>	20,57±0,46 <sup>a</sup>

**L\***- luminosidade ou brilho, **a\*** cromaticidade (verde/vermelho), **b\*** cromaticidade (azul/amarelo). Todos os resultados foram realizados em quintuplicata e expressos  $\pm$  desvio padrão. Os valores médios por linha seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Tabela 7 – Valores de coloração das farinhas casca de mangas verdes

						
	<b>Bourbon</b>	<b>Espada Vermelha</b>	<b>Haden</b>	<b>Keitty</b>	<b>Parwin</b>	<b>Tommy</b>
<b>L</b>	70,98±1,48 <sup>a</sup>	64,37±0,98 <sup>b</sup>	71,15±0,83 <sup>a</sup>	61,96±0,93 <sup>c</sup>	65,99±1,20 <sup>b</sup>	61,34±0,34 <sup>c</sup>
<b>a*</b>	2,07±0,05 <sup>a</sup>	2,21±0,01 <sup>b</sup>	1,14±0,07 <sup>c</sup>	0,55±0,01 <sup>d</sup>	0,45±0,01 <sup>d</sup>	-0,25±0,02 <sup>e</sup>
<b>b*</b>	23,54±0,11 <sup>a</sup>	15,32±0,29 <sup>d</sup>	18,66±0,12 <sup>c</sup>	15,36±0,04 <sup>d</sup>	18,74±0,27 <sup>c</sup>	19,69±0,35 <sup>b</sup>

**L\***- luminosidade ou brilho, **a\*** cromaticidade (verde/vermelho), **b\*** cromaticidade (azul/amarelo). Todos os resultados foram realizados em quintuplicata e expressos ± desvio padrão. Os valores médios por linha seguidos pela mesma letra não diferem significativamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

### 1.3.2.3. Atividade de água

A atividade de água ( $A_w$ ) observada neste trabalho de modo geral foi baixa, visto que para a obtenção das farinhas de frutas ocorre o processo de secagem, fato que reduz o risco de crescimento microbiano contribuindo para a conservação do produto, e, prolongando a possibilidade de uso. O maior valor observado foi  $0,396 \pm 0,04$  para a farinha de casca 'Bourbon' a qual difere estatisticamente das demais farinhas de casca de manga. O maior valor de atividade de água foi observado para a farinha de polpa 'Tommy Akins'  $0,340 \pm 0,04$ .

O conteúdo de fibras das farinhas interfere na absorção de água. Farinhas com alto teor de fibra apresentaram maior capacidade hidrofílica (OYEYINKA et al., 2021).

De acordo com Jay (2005) uma baixa atividade de água ( $<0,5$ ) reduz as chances de proliferação microbiana, além de acarretar uma redução das reações químicas e enzimáticas.

### 1.3.2.4. Índices de absorção de água (IAA) e de absorção de óleo (IAO)

O índice de absorção de água das farinhas de casca de manga variou de 4,18 a 4,96 g/g (Tabela 8), maior do que a farinha da polpa de manga que esteve entre 3,20 e 3,62 g/g podendo ter influencia devido a quantidade de fibras existente no material.

Os índices de absorção de óleo das farinha de polpa foram superiores aos das farinhas de casca. Essmat, Marwa e Ferial (2017) relataram índice de absorção de água e o índice de absorção de óleo de pó de casca de quatro cultivares diferentes de citros que variou de 1,53 a 3,83 g água/g e 0,89 a 1,37 g óleo g amostra seca, respectivamente. Com relação ao IAO, a farinha da polpa apresentou 2,51%, superior a farinha de aveia com 1,41% e farinha de trigo sarraceno com 1,06% (DI CAIRANO et al., 2020).

Os índices de absorção em água e óleo foram menores que o relatado no estudo de Soares et al., (2020). Altos índices de absorção em óleo indicam se a farinha poderá ser usada em produtos emulsificados, como, bolos, massa e molhos, além de conferir consistência e adaptabilidade, auxiliando na qualidade da textura do alimento. Enquanto a absorção de água está relacionada a facilidade de manuseio do alimento e ressecamento (SANTANA et al., 2017).

**Tabela 8. Resultados da Atividade de Água, Índice de Absorção de Água e Oleo das farinhas das cultivares Bourbon, Espada Vermelha, Haden, Keitt, Parwin, Tommy Atkins, de manga obtidas após moagem em moinho de facas**

Material	Atividade de Água (Aw)		IAA		IAO	
	Casca	Polpa	Casca	Polpa	Casca	Polpa
Bourbon	0,396±0,0 <sup>a</sup>	0,296±0,0 <sup>c</sup>	4,47±0,04 <sup>b</sup>	3,62±0,04 <sup>ab</sup>	1,27±0,01 <sup>a</sup>	1,24±0,0 <sup>a</sup>
Espada V	0,385±0,0 <sup>b</sup>	0,337±0,0 <sup>b</sup>	4,96±0,02 <sup>a</sup>	3,20±0,01 <sup>d</sup>	1,25±0,00 <sup>a</sup>	1,17±0,0 <sup>c</sup>
Haden	0,367±0,0 <sup>d</sup>	0,309±0,0 <sup>b</sup>	4,29±0,01 <sup>c</sup>	3,26±0,0 <sup>cd</sup>	1,26±0,01 <sup>a</sup>	1,21±0,0 <sup>ab</sup>
Keitt	0,376±0,0 <sup>c</sup>	0,338±0,0 <sup>a</sup>	4,44±0,01 <sup>b</sup>	3,51±0,0 <sup>b</sup>	1,24±0,02 <sup>a</sup>	1,20±0,0 <sup>bc</sup>
Parwin	0,368±0,0 <sup>d</sup>	0,333±0,0 <sup>a</sup>	4,18±0,01 <sup>d</sup>	3,35±0,0 <sup>c</sup>	1,25±0,03 <sup>a</sup>	1,22±0,0 <sup>ab</sup>
Tommy	0,366±0,0 <sup>d</sup>	0,340±0,0 <sup>a</sup>	4,46±0,01 <sup>b</sup>	3,64±0,0 <sup>a</sup>	1,37±0,11 <sup>a</sup>	1,18±0,0 <sup>c</sup>

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) (n = 3), letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

A farinha de polpa apresentou índice de absorção de óleo (IAO) de 3,11 ± 0,36 g/g. Valor superior ao encontrado por Resende et al. (2019) para a farinha de buriti que variou sua absorção de 1,18 a 1,27 g/g. Superior também aos resultados encontrados por Wang et al., (2015) e Leão et al., (2017) para as farinhas de laranja (1,76 g/g) e cascas de pequi (1,23-1,35 g/g) respectivamente.

Alimentos com alto índice de absorção de óleo atuam como retentores de sabor e aprimoram a sensação e o sabor dos alimentos na boca (BOLAJI et al., 2015). Farinhas com alta capacidade de ligação de óleo pode ser usadas na indústria alimentícia para a formulação de produtos na alimentação infantil e esta propriedade é importante para proporcionar ganho de nutrientes e maiores densidades energética em alimentos (SINGH; SHARMA, 2017).

### 1.3.3. Análise microscópica das farinhas

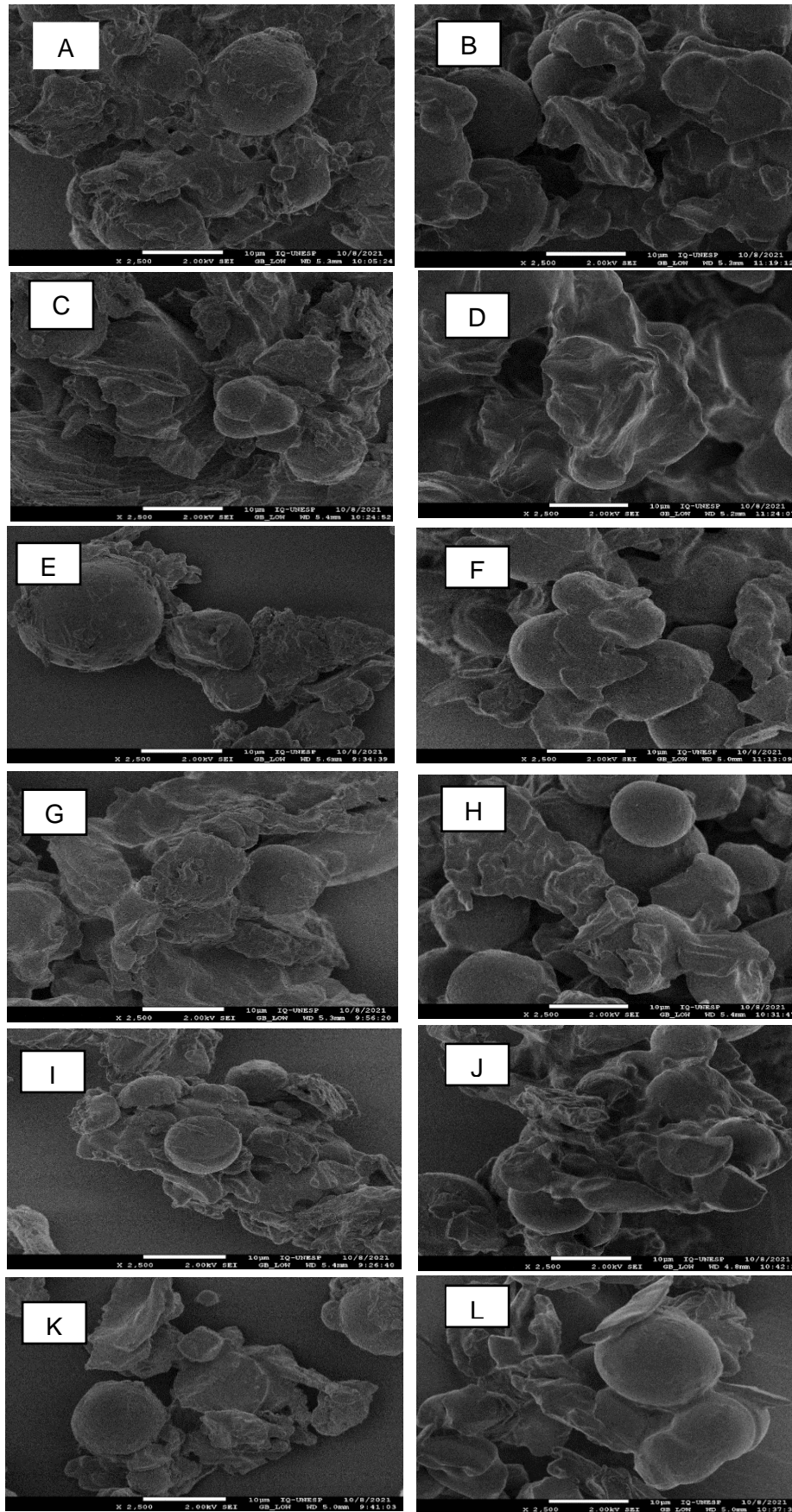
A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é uma importante ferramenta nos estudos das características das microestruturas de farinhas. As fotomicrografias da farinha de casca de mangas e farinha de polpa estão apresentadas no aumento de (2.500x), e podem ser visualizadas pelas Figuras 6.

Os grãos da farinha de casca de manga, representados na Figura 6, tem formato irregular com diferentes tamanhos, devido a moagem que sucede o processo de secagem na obtenção da farinha. O tamanho de grão médio da farinha por atomização é de 10  $\mu\text{m}$ , sendo maior que o tamanho de grão médio da farinha de trigo no mercado de 4,5  $\mu\text{m}$ .

Com relação à análise dos grânulos de farinha polpa em microscópio eletrônico de varredura, predominaram formas lisas, ovais, alongadas e com tamanhos diferenciados variando entre 10 $\mu\text{m}$  e 15  $\mu\text{m}$ .

Os corpos de proteínas geralmente possuem formatos esféricos, os grânulos de amido podem apresentar formatos ovais com lipídeos aderidos em sua superfície (DAMODARAN et al., 2018). Brito et al. 2020 relataram em micrografias de farinha de abacaxi que as imagens mostraram diferentes tamanhos de partículas e muitas estruturas fibrosas, bem como partículas globulares, especialmente nas imagens de 2.500x de ampliação.

A composição química como conteúdo de fibras, proteínas e amido, pode ser relacionado ao tamanho das partículas das farinhas de frutas e vegetais. Brito et al (2019) estudando frações diferentes de uma farinha de subproduto de frutas e vegetais, concluiu que frações de menor tamanho de partícula possuem menor teor de fibras insolúveis e biopolímeros.



**Figura 6** – Microscopia eletrônica de varredura em aumento de 2500 x. Farinha de Casca, (A) Bourbon (C) Espada Vermelha (E) Haden, (G) Keitt, (I) Parwin e (K) Tommy Akins.. Farinha Polpa, (B) Bourbon (D) Espada Vermelha (F) Haden, (H) Keitt, (J) Parwin e (L) Tommy Akins

## 1.4 CONCLUSÕES

As propriedades físico-químicas das farinhas da casca e polpa apontaram que as farinhas de casca contêm elevados teores de fibras, minerais, carotenoides e atividade antioxidante. As farinhas de polpa têm quantidades expressivas de matéria graxa, proteínas e minerais. Estes resultados indicam que as farinhas de manga, independente da cultivar, são potenciais ingredientes alimentares para fins de agregar nutrientes e compostos bioativos a uma diversidade de produtos. As análises tecnológicas mostraram que as farinhas de casca de manga são mais escuras que as de polpa e ambas são amareladas e apresentam baixa absorção de óleo. As farinhas de casca mostram maiores índices de absorção de água. O processo de obtenção das farinhas não alterou as características dos amidos, sendo possível observar grânulos íntegros na análise microscópica, bem como, fragmentos de paredes celulares e substâncias aderidas aos grânulos. Não foram observadas sujidades.

## REFERÊNCIAS

AOAC - **ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS** - International. 19th edition – Gaithersburg. Current Through Revision 2, 2012.

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of food technology**, v. 12, n. 4, p. 257- 265, 2010.

ABDUL AZIZ, N. A., WONG, L. M., BHAT, R., CHENG, L. H.. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 92(3), 557–563, 2012.

ALCANTARA, S. R. et al., Caracterização Físico Química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de produtos Agroindustriais**, v. 14, n. especial, p. 473 - 378, 2012.

AJILA C M, AALAMI M, LEELAVATHI K, PRASADA RAO U.J.S. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 11 pp. 219-224, 2010.

AJILA C M, NAIDU K A, BHAT S G AND PRASADA RAO U J S. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry** 105: 982–8, 2007.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUZA, A. O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita máxima*). **VII Congresso Norte Nordeste de pesquisa e inovação**, Palmas, 2012.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Disponível em:<[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054\\_12\\_11\\_2012.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0054_12_11_2012.html)>. Acesso em: 18 outubro 2021.

ANDRADE, P. F. S. Prognóstico 2020: Fruticultura análise da conjuntura. DERAL: departamento de Economia Rural, Governo do Paraná, 2020. 7 p. Disponível em [:http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura\\_2020.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf). Acesso em 13 outubro de 2021.

ANDRÉ, A. M. M. C. N.; CASTRO, D. S de.; ALMEIDA, R. D.; OLIVEIRA, V. F de.; MOREIRA, I. dos S. Comparação de Modelos Matemáticos da Cinética de Secagem de cascas de Manga Espada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p.19-27, 2014.

AZEVEDO, L. C. et al. **Caracterização físico-química da farinha da casca de manga cv. Tommy Atkins**. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 21.; Seminário Latino Americano e do Caribe de Ciência e Tecnologia de alimentos, 15. Ciência e inovação para o desenvolvimento sustentável. Belo Horizonte: SBCTA, 2008.

BARROS, RGC, ANDRADE, JKS, DENADAI, M., NUNES, ML, & NARAIN, N. Avaliação do potencial de compostos bioativos e da atividade antioxidante em alguns resíduos de frutas exóticas brasileiras. **Food Research International**, 102, 84-92, 2017.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; CHAVES, J. B. P.; GERMANI, R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e reológica das farinhas mistas de trigo e linhaça. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 159-172, 2011.

BORGES, A.M; PEREIRA, J; LUCENA, E.M.P. Green banana flour characterization. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, 2009.

BORGES, J. T. S.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. R.; NASCIMENTO, R. E.; FREITAS, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físico-química de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*Chenopodium quinoa*, Wild) e de farinha de arroz (*Oryza sativa*, L) polido por extrusão termoplástica. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 303-322, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº8 de 02 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, 2005.

Brasil. RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União** 19 nov. 2012.

CÂNDIDO, Hebert Teixeira. **Avaliação do sistema de produção de banana no município de Botucatu-SP: caracterização da maturação dos frutos e das farinhas de banana verde**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Horticultura) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2020.

CARVALHO, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. 2000. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARVALHO, C. R. L. et al. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 26: 264-271, 2004.

Carvalho, R. V. D., Pirozi, M. R., Della Lucia, S. M., Brigide, P., & Silva, P. I. . **Caracterização físico-química do amido e da farinha da fruta-pão**

**(*Artocarpus altilis*) e aplicação em pães de forma.** MS thesis. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.

CASTILHO, L.G.; ALCANTARA B. M.; CLEMENTE, E. Desenvolvimento e análise físico-química da farinha de banana verde das cultivares maçã e prata. **Revista exata**, v.7, n. 2, p. 107 - 114, 2014.

CAZARIN, C. B. B. et al. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.

CHEN Y., ZHAO L., HE T., OU Z., HU Z., WANG K. Efeitos do pó de casca de manga na digestão do amido e características de qualidade do pão. **International Journal of Biological Macromolecules**, 140, pp. 647-652, 2019.

CHEN G.L., CHEN S.G., ZHAO Y.Y., LUO, C.X., J. LI, Y.Q. Gao. Total phenolic contents of 33 fruits and their antioxidant capacities before and after in vitro digestion **Ind. Crops Prod.**, 57, pp. 150-157, 2014.

COELHO, E. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of mango peel liqueurs (*Mangifera indica* L.) produced by different methods of maceration. **Antioxidants**, v. 8, n. 4, p. 102-112, 2019.

CORREIA, R. T. et al. Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues. **Food Science and Technology International**, v. 18, n. 6, p. 539-547, 2012.

DI CAIRANO, M., CONDELLI, N., CARUSO, M. C., MARTI, A., CELA, N., & GALGANO, F. Functional properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal and legume flours. **LWT**, 133, 109860, 2020.

DEL PILAR SANCHEZ-CAMARGO, A., GUTIERREZ, L.-F., VARGAS, S. M., MARTINEZ-CORREA, H. A., PARADA-ALFONSO, F., & NARVAEZ-CUENCA, C.-E. Valorisation of mango peel: Proximate composition, supercritical fluid extraction of carotenoids, and application as an antioxidant additive for an edible oil. **The Journal of Supercritical Fluids**, 152, 104574, 2019.

DIÓGENES, A. DE M. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE; SOUSA, A. B. B. DE. Análise comparativa de polpas de manga 'Haden' integral e formulada. **Agrotec**, v. 36, n. 1, p. 30-34, 2015.

ESSMAT, A. A.-A., MARWA, H. M. & FERIAI, M. A.-S. Functional properties of citrus peel as affected by drying methods. **American Journal of Food Technolog**, 12, 193–200. doi:10.3923/ajft.2017.193.200, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FU L., B.T. XU, X.R. XU, R.Y. GAN, Y. ZHANG, E.Q. XIA, H.B. LI. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits **Food Chem**, 129 (2), pp. 345-350,2011.

FONSECA, A. A. O., DE JESUS, R. S., CARNEIRO, C. N., DA SILVA, S. M. P. C., DE SOUZA HANSEN, D., & DOS SANTOS VALENTIM, S. Aspectos biométricos e químicos dos frutos da manga (*Mangifera indica* L.) variedade "Carlota". **Diversitas Journal**, v. 6, n. 2, p. 1853-1870, 2021.

GARCIA-VALLED.E, L.A. BELLO-PEREZ, P.C. FLORES-SILVA, E. AGAMA ACEVEDO, J. TOVAR Extruded Unripe Plantain Flour as an Indigestible Carbohydrate-Rich Ingredient. **Frontiers in Nutrition**., 6 (2019), p. 2

GENTILE, C. et al. Food quality and nutraceutical value of nine cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) fruits grown in Mediterranean subtropical environment. **Food Chemistry**, 277: 471-479, 2019.

GERMER, S. P. M. et al. Influence of process variables on the drum drying of mango pulp. **Drying Technology**, v. 36, n. 12, p. 1488-1500, 2018.

GOMES, C. C. F.; OLIVEIRA, L. S. de.; FIGUEIREDO, R. W. de.; OLIVEIRA, L. M. L. de. Comparativo entre o conteúdo bioativo e capacidade antioxidante de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.). In: XVI Congresso Brasileiro de Tecnologia de Alimentos. **Anais**...Gramado-RS, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018 p.

JAY, J.M. **Microbiologia de alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

LI, DONGXING; ZHU, FAN. Physicochemical properties of kiwifruit starch. **Food chemistry**, v. 220, p. 129-136, 2017.

LEÃO, D. et al., Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fruit by-products. **Food Chemistry**. v. 225, p. 146-153, 2017.

LICHTENTHALER, H. K. **Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes**. In: Packer, L.: DOUCE, R. (Eds.). *Methods in enzymology*. London, v.148, p.350-382,1987.

LIANG M, SU X., YANG Z., DENG H., YANG Z., LIANG R., HUANG J. Carotenoid composition and expression of carotenogenic genes in the peel and pulp of commercial mango fruit cultivars. **Sci. Hortic.**, 263, 2020.

- LIMA, M. S. S. DE; DANTAS, A. C. V. L.; FONSECA, A. A. O.; BARROSO, J. P. Caracterização de frutos de genótipos selecionados de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Interciencia**, v.40, n.5, 2015.
- MARÇAI, S., PINTADO, M. Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. **Trends in Food Science & Technology** 114, 472–489, 2021.
- MARTINEZ, R. et al. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, n. 135, p. 1520-1526, 2012.
- MAYO-MAYO, G., NAVARRETE-GARCÍA, A., MALDONADO-ASTUDILLO, Y.I. Addition of roselle and mango peel powder in tortilla chips: a strategy for increasing their functionality. **Food Measure** 14, 1511–1519 (2020).
- MARQUES, A. et al. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* cv. *Tommy Atkins*). **Revista Brasileira Fruticultura Jaboticabal - SP**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, 2010.
- MASIBO, M.; HE, Q. Mango bioactive compounds and related nutraceutical properties - a review. **Food Reviews International**, v. 25, n. 4, p. 346-370, 2009.
- MANOHAR, R. S.; ROMELLE, F D; RANI, A. Chemical composition of some selected fruit peels. **European Journal of Food Science and Technology**, v. 4, n. 4, p. 12-21, 2016.
- Menezes, C. C., Borges, S. V., Cirillo, M. A., Ferrua, F. Q., Oliveira, L. F., Mesquita, K. S. Caracterização física e físicoquímica de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidiumguajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 29(3),618-625, 2009.
- MONACO K A, COSTA S M, ULIANA M R AND LIMA G P P. Sanitizers effect in mango pulp and peel antioxidant compounds. **Food and Nutrition Science** 5: 929–35, 2014.
- MORAIS, D. R. et al. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI - MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. **Food Research International**, v. 77, p. 392-399, 2015.
- MORENO, J. de S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. 82f. Tese de mestrado em Ciência de Alimentos. Universidade estadual do sudoeste da Bahia, p. 15-22. Itapetinga-BA, 2016.
- MURALIDHARA, B.M.; VEENA, G.L.; BHATTACHERJEE, A.K.; RAJAN, S. Antioxidants in ripe peel and pulp of twelve mango (*Mangifera indica*) cultivars. **Indian Journal of Agricultural Science** 89 (10) (2019) 1580– 1584.

NASCIMENTO, K. D. O.; ROCHA, D. G. C. M.; SILVA, E. B.; BARBOSA JÚNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Caracterização química e informação nutricional de fécula de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) orgânica e biofortificada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal-PB, v. 8, n. 1, p. 132-138, 2013.

NIELSEN, S. Suzanne. Total carbohydrate by phenol-sulfuric acid method. In: **Food analysis laboratory manual**. Springer, Cham, p. 137-141, 2017.

OCHOA-MARTÍNEZ, C. I.; QUINTERO, P. T.; AYALA, A. A.; ORTIZ, M. J. Drying characteristics of mango slices using the Refractance Window™ technique. **Journal of Food Engineering**, P. 109, p. 69–75, 2012.

Oyeyinka, A.A. Adepegba, T.T. Oyetunde, A.T. Oyeyinka, A.F. Olaniran, M. Iranloye, O.F. Olagunju, M. Manley, E. Kayitesi, P.B. Njobeh Chemical, antioxidant and sensory properties of pasta from fractionated whole wheat and Bambara groundnut flour LWT, **Food Science and Technology**, 138, p. 110618, 2021.

PATIÑO-RODRÍGUEZ, O.; BELLO-PÉREZ, L. A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; PACHECO-VARGAS, G. Pulp and Peel of Unripe Stenospermocarpic Mango (*Mangifera indica* L. Cv Ataulfo) as an Alternative Source of Starch, Polyphenols and Dietary Fibre. **Food Res. Int.**, 138, N°. 109719, 2020.

POMARES-VICIANA, T., MARTÍNEZ-VALDIVIESO, D., FONT, R., GÓMEZ, P., & DEL RÍO-CELESTINO, M. Caracterização e predição do teor de carboidratos em abobrinhas usando espectroscopia no infravermelho próximo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 98 (5), 1703-1711,2018.

QUINTANA-OBREGÓN, E.; MARTÍN-HERNÁNDEZ, S.; MUY-RANGEL, M.; VARGAS-ORTIZ, M. Valorization of mango (*Mangifera indica* L.) pericarp powders as an alternative for the generation of functional foods. **TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas**, v. 22, n. 1, 2019.

RAVANI, A.; JOSHI, D. C. Mango and it's by product utilization – a review. **Trends in Post Harvest Technology**, v. 1, n. 1, p. 55-67, 2013.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. R. L.; CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Antioxidants in mango (*Mangifera indica*, L.) pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 62, n. 1, p. 13-17, 2007.

ROIDOUNG, S.; PONTA, N.; INTISAN, R. Mango peel ingredient as salt and phosphate replacement in chicken breast marinade. **International Journal of Food Studies**, v. 9, n. 1, p. 193–202, 2020.

RYBKA, A. C. P., A. de S. LIMA, R. de C. M. R. NASSUR. **Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga**. Anais do evento. Enciclopédia biosfera. Centro Científico Conhecer, v.15 n.27; p. 12, Goiânia, 2018.

SABINO, L. B. S.; GONZAGA, M. L. C.; SOARES, D. J.; LIMA, A. C. S.; LIMA, J. S. S.; ALMEIDA, M. M. B.; FIGUEIREDO, R. W. Bioactive compounds, antioxidant activity, and minerals in flours prepared with tropical fruit peels. **Acta Alimentaria**, 44(4), 520-526. 2015.

SANTANA, G. S.; OLIVEIRA FILHO, J. G. EGEA. M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 2, p. 88-95, abr./jun. 2017.

SINGH, A.; SHARMA, S. Bioactive components and functional properties of biologically activated cereal grains: a bibliographic review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 57(14), pp. 3051e3071, 2017

Selani M.M., A. Bianchini, W.S. Ratnayake, R.A. Flores, A.P. Massarioli, S.M. Alencar, S.G. Canniatti Brazuca Physicochemical, Functional and Antioxidant Properties of Tropical Fruits Co-products. **Plant Foods Hum. Nutr.**, 71 (2016), pp. 137-144

SINGH, A.; SHARMA, S. Bioactive components and functional properties of biologically activated cereal grains: a bibliographic review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 57(14), pp. 3051e3071, 2017.

SILVA, M. I. DA; ALVES, T. L.; MARTINS, J. N.; SOUSA, F. DAS C. DE. Elaboração e caracterização físicoquímica da polpa integral de manga (*Mangifera indica* L.) variedade Espada. In: Congresso Internacional das Ciências Agrárias, 1, Vitória – PE, **Anais... COINTER - PDVAgro**, 2016.

SILVA, L. C.; SILVA, M. V. da. Subproduto desidratado da manga (*mangifera indica* l): proposição para produção de biscoitos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.17, n.3, p.251-262, 2015.

SILVA, M. B. de; RAMOS, A. M. Composição química, textura e aceitação sensorial de doces em massa elaborados com polpa de banana e banana integral. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n.5, p. 551-554, 2009.

SOARES, M. G. L.; BORSI, L. M.; SENA, G. G. S.; ASCHERI, J, L. R.; SILVA. E. M. M. Farinhas integrais de banana verde prata e nanica: potencial de aplicação na alimentação humana. Infoteca **Embrapa**, 2020.

TSENG TH, KAO ES, CHU CY, CHOU FP, LIN HW, WANG CJ. Protective effects of dried flower extracts of *Hibiscus sabdariffa* L. Against oxidative stress in rat primary hepatocytes. **Food and Chemical Toxicology**, v.35, n.2; p.59-1164, Taiwan, 2006.

TONIN, Isabela Portelinha. **Desidratação de polpa de manga em secador de cilindro rotativo (drum drying): variáveis de processo**. Campinas, 2017. 99 p. Dissertação de mestrado em ciência e tecnologia de alimentos, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2017.

UMBREEN, H., ARSHAD, M. U., SAEED, F., BHATTY, N., & HUSSAIN, A. I. (2015). Probing the functional potential of agro-industrial wastes in dietary interventions. **Journal of Food Processing and Preservation**, 39(6), 1665–1671.

ZANOTTO, Dirceu Luis; BELLAVER, Claudio. Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves. Concórdia: **Embrapa-Cnpa**, 1996.

WANG, L. et al., Preparation and physicochemical properties of soluble dietary fiber from orange peel assisted by steam explosion and dilute acid soaking. **Food Chemistry**. v. 185, p. 90-98, 2015.

## CAPÍTULO 2

### AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BISCOITO TIPO COOKIES ENRIQUECIDOS COM FARINHA DA CASCA E POLPA DE MANGA

#### RESUMO

A manga é uma das frutas mais apreciadas no mundo, principalmente devido às suas excelentes características sensoriais de sabor, aroma e coloração atraente, sendo reconhecida pelo seu alto valor nutricional. Contudo, perdas consideráveis pós-colheitas são relatadas, o que é prejudicial para a cadeia produtiva. Tendo como base o desenvolvimento sustentável, objetivo do presente trabalho foi produzir e realizar a caracterização físico-química de farinhas de polpa e de casca de frutos da manga “Palmer” e estudar o uso destas em substituição parcial à farinha de trigo na formulação de cookies. Após o despulpamento dos frutos, as cascas e as polpas foram desidratadas, moídas e peneiradas para obtenção das farinhas. As farinhas foram analisadas para: cor, atividade de água, umidade, cinzas, matéria graxa, proteínas, carboidratos, e perfil mineral. Para a formulação dos cookies foram elaboradas misturas de farinha de trigo e farinha de manga nas concentrações de 0, 7,5, 10 e 15% de farinha de casca (FCM) ou de polpa (FPM). Os cookies foram analisados para peso, diâmetro e espessura, cor, textura, e qualidade microbiológica. A farinha de casca de manga se destacou pelo elevado teor de fibras e a de polpa pelo elevado teor de carboidratos, contudo, as duas farinhas mostraram bons níveis de proteína, matéria graxa e minerais. A substituição parcial da farinha de trigo pelas farinhas de manga afetou as características físicas dos cookies. Menor escurecimento com o forneamento foi observado na formulação com a inclusão de 7,5% de farinha de polpa. A inclusão da farinha de casca permitiu a obtenção de cookies com menores spread ratio. Independente da formulação, todos os produtos estão dentro dos limites dos padrões microbiológicos de qualidade. O beneficiamento de resíduos de frutos não classificados para o comércio in natura é uma alternativa, pois as farinhas têm índices nutricionais favoráveis, sendo possível o uso na produção de biscoitos e outros produtos alimentícios.

**Palavras-chave:** biscoitos; farinhas; resíduos.

#### ABSTRACT

Mango is one of the most appreciated fruits in the world, mainly due to its excellent sensory characteristics of flavor, aroma and attractive color, being recognized for its high nutritional value. However, considerable post-harvest losses are reported, which is detrimental to the production chain. Based on sustainable development, the objective of this work was to produce and carry out the physicochemical

characterization of flours from 'Palmer' mango pulp and peel and to study their use in partial replacement of wheat flour in the formulation of cookies. After the pulping of the fruits, the peels and pulps were dehydrated, ground and sieved to obtain the flours. The flours were analyzed for: color, water activity, moisture, ash, fat, proteins, carbohydrates, and mineral profile. For the formulation of the cookies, mixtures of wheat flour and mango flour were prepared at concentrations of 0, 7.5, 10 and 15% of peel flour (FCM) or pulp flour (FPM). Cookies were analyzed for weight, diameter and thickness, color, texture, and microbiological quality. Mango peel flour stood out for its high fiber content and pulp flour for its high carbohydrate content, however, both flours showed important levels of protein, fat and minerals. The partial replacement of wheat flour by mango flour affected the physical characteristics of the cookies. Less browning with baking was observed in the formulation with the inclusion of 7.5% of pulp flour. The inclusion of mango peel flour allowed obtaining cookies with lower spread ratio. Regardless of formulation, all products are within the limits of microbiological quality standards. The processing of unclassified fruit is an alternative because the flours have favorable nutritional indices, making it possible to use them in the production of cookies and other food products.

**Keywords:** Cookies; Flour; Waste.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, o mercado alimentício mostra que uma das tendências emergentes é conseguir uma gestão adequada dos subprodutos e estimular a valorização como novas matérias-primas (SAGAR et al., 2018). Somado à esta propensão, tem sido observado uma maior demanda por alimentos de conveniência, que propiciem melhoras na qualidade nutricional e na saúde (OLADUNJOYE, EZIAMA, ADERIBIGBE, 2021).

A indústria de alimentos dedicada à produção e processamento de frutas e vegetais é a terceira maior geradora de resíduos, seguida pela indústria de laticínios e bebidas (BAIANO, 2014). A utilização de frutos não classificados para o comércio *in natura*, bem como, de resíduos de frutas, como cascas e sementes, como fontes de fibras e compostos bioativos para produtos panificáveis tem sido reportada em diversos estudos (SHARMA et al., 2016, BANERJEE; CHINTAGUNTA e RAY, 2017;

BANERJEE et al., 2018; QUILES et al., 2018; CHEN et al., 2019; MARÇAL e PINTADO, 2021).

As mangas têm características de sabor único e alto valor nutricional. Esta fruta é conhecida como fonte natural de energia, vitaminas, minerais essenciais, proteínas, fibras e amido (CARVALHO et al., 2019). A produção mundial de manga dobrou nos últimos 20 anos, e o processamento dos frutos também teve aumento (MARÇAL e PINTADO, 2021).

Patiño-Rodríguez et al. (2020) relata que a polpa de mangas verdes e a casca de manga têm obtido interesses como matérias-primas industriais devido às características diferenciadas dos amidos de manga, bem como, pela composição nutricional das cascas, ricas em fibras e compostos bioativos.

A manga 'Palmer' é uma variedade com potencial industrial devido as características físicas e sensoriais dos seus frutos, que são grandes (OLIVEIRA et al., 2010), com elevado teor de sólidos solúveis e baixo teor de fibras (CAMARA, 2017). Além disso, esta cultivar se destaca dentre as demais cultivares por apresentar elevado teor de compostos antioxidantes como ácido ascórbico, flavonoides e polifenóis (MODESTO et al., 2016). Contudo, a vida útil na pós-colheita em temperatura ambiente é curta, variando de 5 a 8 dias (NUNES, 2008), o que resulta na oferta de frutos de baixa qualidade, principalmente no mercado externo (ASIO e CUARESMA, 2016), o que justifica investimentos em técnicas de processamento.

No desenvolvimento de novos produtos com frutas, um produto com grande aceitação no mercado e propício para a adição de novos ingredientes em sua formulação são os *cookies*, pois apresentam fácil preparo, vida útil prolongada e boa aceitação por parte da população. Porém, ao se desenvolver novos produtos alimentícios a avaliação da qualidade e das características nutricionais são essenciais (ERKEL et al., 2015).

De acordo com a resolução RDC nº 263 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005), os biscoitos ou bolachas são produtos obtidos pela mistura de farinha, amido ou fécula com outros ingredientes submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. O termo "Cookie" é empregado como sinônimo de biscoito.

A utilização de componentes ricos em compostos bioativos como: vitamina C, carotenóides, fenólicos e antioxidantes têm a finalidade de implementar a formulação dos biscoitos em termos nutricionais (DIAS, 2016; COSTA et al., 2012). Assim, as

indústrias que buscam o desenvolvimento de alimentos funcionais e que reivindicam a implementação de rótulos limpos veem nos subprodutos da manga um nicho de possibilidades (OLIVER-SIMANCAS et al., 2021).

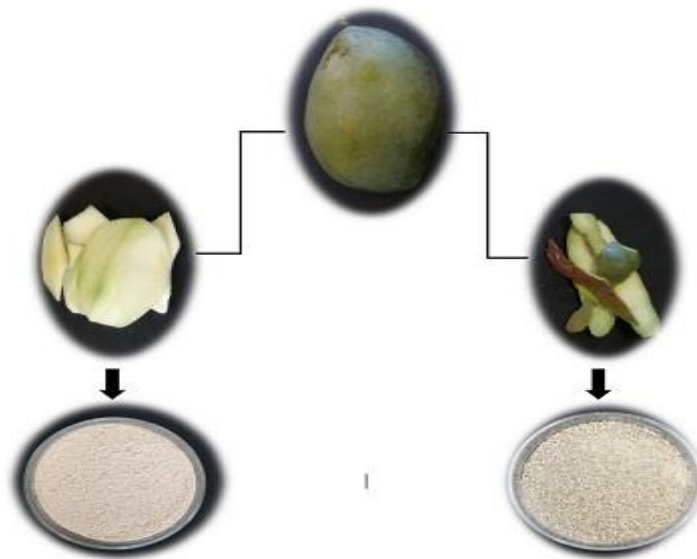
Diante do exposto, o presente trabalho objetivou a produção de farinha de casca e de polpa de frutos verdes de manga 'Palmer' e a introdução desses na produção de cookies.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Obtenção e preparo das farinhas de manga**

Para a produção das farinhas, aproximadamente 50 kg de frutos de mangueiras da cultivar Parmer, colhidos de plantas sadias, foram coletados do pomar implantado na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Campus de Botucatu - SP, situada a 22° 44' 28" S e 48° 34' 37" O e a 740 m de altitude. O clima do município de São Manuel - SP, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, clima temperado quente (mesotérmico), com chuvas concentradas de novembro a abril (verão), precipitação pluvial média anual de 1.376,70 mm e temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C (CUNHA; MARTINS, 2009). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006).

Os frutos foram higienizados em água corrente com o auxílio de escovas para a retirada de impurezas, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos e, posteriormente lavados em água corrente para retirada do excesso de cloro. Em seguida, os frutos foram pesados, descascados e a polpa foi separada do caroço. As cascas e polpas foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar a 55-60° C por 24 horas. Após o resfriamento, os materiais foram moídos em moinho de facas, peneirados, embalados em sacos de polietileno e armazenados em ambiente refrigerado.



**Figura 1.** Produção de farinha de casca e polpa de manga 'Palmer'.  
**Fonte:** Autoria Própria, 2021.

## 2.2.2. Caracterização das farinhas

### 2.2.2.1. Composição centesimal

A composição química das farinhas de casca e de polpa de frutos de manga 'Palmer' foi determinada em acordo com as metodologias da AACC (2010): Umidade (método 44-15.02), proteína (método 46-13.01), material graxo (método 30-25.01), cinzas (método 08-01.01), fibras totais (método 32-45.01), amido total (método 76-13.01) e açúcares totais (Nielsen, 2017).

### 2.2.2.2. Minerais

Os teores de minerais presentes nas farinhas de manga 'Palmer' foram analisados em acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

### 2.2.2.3. Vitamina C

Para a determinação do teor de vitamina C foi empregado, após extração prévia com ácido oxálico 2%, o método titulométrico de Tillmans adaptado de IAL (2008).

#### 2.2.2.4. Teor de Amido Total

O teor de amido total foi determinado pelo método de hidrólise enzimática, segundo metodologia ISO-6647 (1987), em que 200 mg de amostra foi colocada em erlenmeyers de 125 ml e adicionados 42 ml de água destilada, 100 µl de solução de alfa-amilase (Termamyl 120L-Novozymes) e 1ml de solução tampão acetato de sódio 2 mol.l<sup>-1</sup> em pH 4,8. As amostras seguiram em banho com agitação à temperatura de 90 °C por duas horas. Após, isso as amostras permaneceram para ser resfriadas a temperatura ambiente sendo adicionados 100 µl de amiloglicosidase A-7255 (Sigma), voltando ao Banho-Maria por mais duas horas, sob agitação constante a uma temperatura de 55 °C. Posteriormente, as amostras serão resfriadas e transferidas para balão volumétrico de 250 ml, onde o volume foi completado com água destilada. Após homogeneização, foi retirada uma alíquota de 5 ml, e esta, transferida para balão volumétrico de 100 ml, onde o pH foi corrigido para 7 e o volume completado com água destilada.

#### 2.2.2.5. Cor

A avaliação da cor foi feita em colorímetro (MINOLTA, CR-400), utilizando os parâmetros L\*, a\*, b\* representados pelo modelo CIE (Commission International Illuminant). O parâmetro L\* define a luminosidade [L = 0 (preto); L = 100 (branco)], enquanto a\* e b\* são responsáveis pela cromaticidade (+a\*, -a\*, vermelho e verde, respectivamente; +b\*, -b\*, amarelo e azul, respectivamente).

#### 2.2.3 Preparo das formulações

Uma formulação padrão de *cookie* foi adotada para todas as condições de testes realizados neste trabalho, com os ingredientes e suas proporções descritas na Tabela 1 e seguindo a metodologia adaptada de Rigo et al. (2014). A farinha de trigo comercial utilizada continha: 12,9% de umidade, 70 % de carboidratos, 11 % de proteína, 1,6 % de gorduras totais, 0,44% de cinzas e 2,6 % de fibras.

A partir da formulação padrão foram preparadas formulações com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha da polpa de manga (FPM) ou de casca de manga (FCM). As porcentagens desta substituição foram 0%, 7,5 %, 10 e 15% (Tabela 1).

Previamente ao preparo das massas realizou-se a higienização dos utensílios e das superfícies, e todos os ingredientes foram pesados em acordo com as formulações, sendo preparadas quatro repetições de cada formulação.

Para a obtenção das massas foram inicialmente misturados a manteiga e os açúcares e estes ficaram em batimento em batedeira por cerca de 2 minutos até se obter um creme, depois acrescentou-se o ovo desidratado e novo batimento foi realizado (1 minuto). Por fim, foram acrescentadas as misturas de farinhas e realizada a homogeneização até a obtenção de uma massa uniforme (4 minutos).

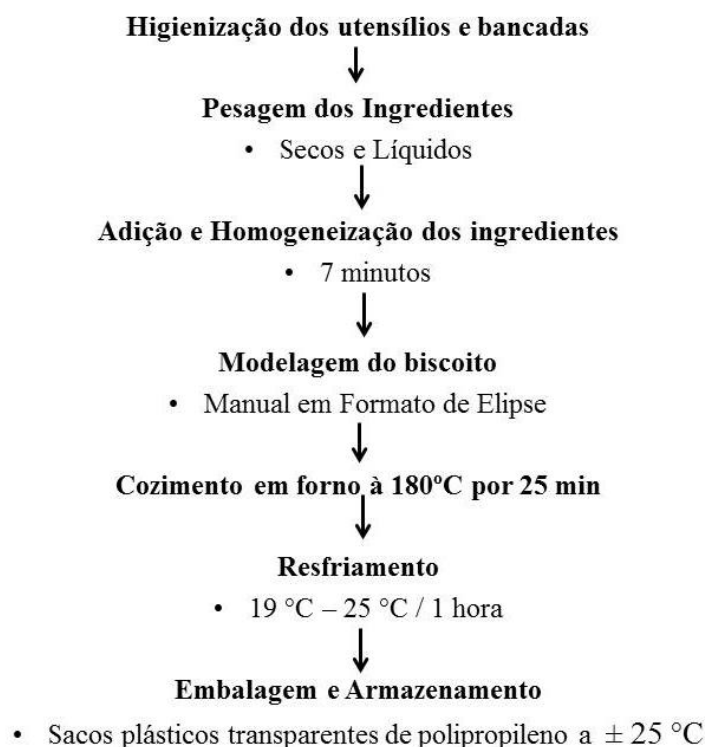
**Tabela 1. Formulações do biscoito tipo *cookie* com diferentes proporções de farinhas de casca e polpa manga 'Palmer'**

<b>Ingredientes</b> <b>(g)</b>	<b>FP*</b>	<b>F1</b>	<b>F 2</b>	<b>F 3</b>	<b>F 4</b>	<b>F 5</b>	<b>F 6</b>
<b>Farinha de Trigo</b>	180	166,5	166,5	162	162	153	153
<b>Farinha Casca Manga (FCM)</b>	-	13,5	-	18,0	-	27,00	-
<b>Farinha Polpa Manga (FPM)</b>	-	-	13,5	-	18,0	-	27,00
<b>Sal</b>	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3
<b>Fermento Biológico</b>	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4
<b>Açúcar Mascavo</b>	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
<b>Açúcar Refinado</b>	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0
<b>Manteiga</b>	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
<b>Ovo</b>	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9	48,9

\***Fonte:** Rigo et al. (2014). FP= formulação padrão, F1 a F6= formulações com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de manga (FCM ou FPM)

Os biscoitos foram modulados manualmente no formato de elipse com peso de 15 g. Em seguida, os biscoitos foram levados ao forno pré aquecido à 180°C por 25 minutos em uma assadeira forrada com papel manteiga. Ao final deste tempo, os biscoitos foram retirados do forno, deixados arrefecidos até à temperatura ambiente e

embalados em sacos de polietileno para posteriores análises, de acordo com a Figura 2.



**Figura 2** – Fluxograma do processamento dos *cookies* de manga.

**Fonte:** Autoria Própria, 2021.

#### 2.2.4 Análises dos *cookies*

Os *cookies* foram analisados para peso, diâmetro, espessura, *spread ratio*, *spread fator*, cor, textura, composição química e qualidade microbiológica. Para as análises físicas foram separados aleatoriamente quinze biscoitos de cada repetição das formulações. A cor dos *cookies* seguiu a metodologia descrita no item 2.2.2.5 sendo avaliados quinze biscoitos por repetição de formulação.

Para as análises químicas e microbiológica quinze biscoitos de cada repetição foram moídos e armazenados em embalagens de polietileno ao abrigo da luz até o procedimento das determinações. Os *cookies* foram analisados para os teores de umidade, cinzas, proteína, matéria graxa, fibras, açúcares totais e amido conforme as metodologias descritas no item 2.2.2.1.

### 2.2.4.1 Peso, diâmetro e espessura dos *cookies*

O método modificado de acordo com Ayo *et al.*,(2007) foi usado para determinar o diâmetro e o peso do biscoito. O peso dos biscoitos assados foi determinado pesando cada unidade de biscoito em balança de pesagem eletrônica. O diâmetro do biscoito foi determinado medindo cada unidade de biscoito usando um paquímetro digital.

### 2.4.4.2. Deformação (*spread ratio* e *spread fator*)

A qualidade de cozimento dos biscoitos foi avaliada pelo *spread ratio*, que é a razão entre o diâmetro e a espessura dos biscoitos após o cozimento. (AACCI - Método 10-50.05) (AACC, 2000).

$$SR = \left( \frac{D}{E} * FC \right) * 10$$

Onde: D=diâmetro, E= espessura e FC= fator de correção da pressão atmosférica (1,0 neste trabalho).

O fator de deformação dos biscoitos de manga em comparação com o biscoito de trigo (F1: padrão) foi calculado usando a razão entre a SR da amostra e o do padrão.

$$SF = SR \text{ amostra} / SR \text{ padrão} * 100$$

### 2.2.5 Análises microbiológicas dos *cookies*

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Serviço de Orientação à Alimentação Pública (SOAP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) – UNESP- BOTUCATU, e obedeceram aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Normativa n. 60 de 23 de Dezembro de 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde (MS).

A legislação brasileira, através da Resolução RDC nº 12/ANVISA (BRASIL, 2001), estabelece padrões microbiológicos para biscoitos. Estes, estabelecem contagem máxima para *cookie* de  $1,0 \times 10^4$  UFC g<sup>-1</sup> (Unidades Formadoras de Colônias) para

bolor e levedura e ausência de *Salmonella sp* em 25g do produto;  $3,0 \times 10^3$  UFC g<sup>-1</sup> para *Bacillus cereus*,  $1,0 \times 10^2$  UFC g<sup>-1</sup>;  $1,0 \times 10$  UFC g<sup>-1</sup> para *Escherichia coli*  $1,0 \times 10^2$  UFC g<sup>-1</sup>.

### 2.2.6 Análise dos dados

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 Sisvar.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.3.1 Caracterização das farinhas de manga

A composição das farinhas de polpa e casca de manga é muito variada, sendo influenciada principalmente por fatores como cultivar, tratamentos culturais, clima da área de produção, estágio de amadurecimento do fruto e tipo de processamento. A análise dos dados mostrou diferenças entre as farinhas para os parâmetros analisados. Os resultados mostraram que a farinha de casca se diferenciou pelos elevados teores de fibras e a farinha de polpa pelos maiores teores de amido e açúcares (Tabela 2).

As farinhas mostraram baixos teores de umidade o que é desejável para a vida útil do produto.

O teor de fibras da farinha de casca da manga 'Palmer' diferiu daquele observado por Patiño-Rodríguez et al. (2020), que estudando as características físico-químicas de farinha de casca de manga 'Ataulfo', relatam 40,58% de fibras totais, sendo 18,19% fibras solúveis e 22,29% insolúveis. Ajila et al. (2008) relataram teores de 51,2 g/ 100g de fibra total, 19% e 32,1% de fibras solúveis e insolúveis, respectivamente para farinha de casca de manga. Estas diferenças são apontadas por Mayo-Mayo et al. (2020) que relatam que o teor de fibra total e as porcentagens das frações nas cascas de manga são dependentes da variedade e estágio de amadurecimento dos frutos.

Os teores de cinzas, matéria graxa e proteína da farinha de casca de manga diferiram dos observados por Ajila et al. (2010), que observaram valores de 2,2, 3,0 e 3,6g/100g (base seca) em farinha de casca produzida pela desidratação do resíduo obtido em indústria de processamento do fruto. Apesar das diferenças de teores,

observa-se que as cascas de manga apresentam bons níveis desses componentes, porém, mostram menores teores de amido e açúcares.

Os maiores teores de matéria graxa e de cinzas na farinha de casca são devido à presença de compostos aromáticos e de minerais. O menor teor de amido na farinha de cascas de manga comparado ao da farinha de polpa se deve ao amido transitório que é sintetizado nos cloroplastos das cascas dos frutos (Patiño-Rodríguez et al., 2020).

**Tabela 2- Composição centesimal das farinhas de polpa e casca da manga 'Palmer'**

Parâmetros	Farinha	
	Casca	Polpa
Umidade (g/100g)	5,70 ±0,14 <sup>b</sup>	8,26 ±0,10 <sup>a</sup>
Cinzas (g/100g)	2,20 ±0,03 <sup>a</sup>	1,79 ±0,03 <sup>b</sup>
Matéria graxa (g/100g)	1,70±0,14 <sup>a</sup>	1,20 ±0,08 <sup>b</sup>
Proteínas (g/100g)	4,50 ±0,09 <sup>a</sup>	3,49 ±0,15 <sup>b</sup>
Fibras (g/100g)	36,30 ±0,70 <sup>a</sup>	9,79 ±0,24 <sup>b</sup>
Açúcares Totais (g/100g)	22,70 ±0,15 <sup>b</sup>	26,60±0,58 <sup>a</sup>
Amido (g/100g)	29,79±1,95 <sup>b</sup>	55,20±0,02 <sup>a</sup>
Vitamina C (mg de ácido ascórbico/100g)	19,02±1,01 <sup>b</sup>	36,60±0,23 <sup>a</sup>
Atividade de água (Aw)	0,365±0,00 <sup>a</sup>	0,346±0,00 <sup>a</sup>
L	66,20 ±0,42 <sup>b</sup>	79,17±0,29 <sup>a</sup>
a*	1,19±0,02 <sup>b</sup>	5,07±0,05 <sup>a</sup>
b*	16,73±0,0,3 <sup>a</sup>	16,41±0,18 <sup>a</sup>

Médias seguidas da mesma letra na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Os teores de açúcares totais na farinha de casca foram de 22,70 g/100g e 26,60 g/100g para farinha de polpa (Tabela 2) e se apresentaram próximos ao de Guimaraes et al. (2020) que encontraram 22,51 % para farinha de cajarana. Os teores açúcares totais em estudo com farinha de polpa de banana variaram de 1,9 g 100g<sup>-1</sup>

a  $3,8 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$  conforme as cultivares utilizadas para a fabricação da farinha (KUMAR et al., 2019).

Com relação ao teor de vitamina C, os valores da farinha da polpa expressam o valor de 36,60% e o da farinha casca de 19,02%. Resultados semelhantes foram descritos por Tome e Algustinha (2018) ao analisarem teor de vitamina c na farinha casca de mamão, os quais obtiveram valores de 28,13-53,33 mg/100g e farinha da polpa 42,22- 68,66 mg/100g respectivamente.

Os resultados obtidos para a análise dos minerais nas farinhas de casca e polpa de manga estão apresentados na Figura 3. Conforme pode ser observado foram detectados nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco nas farinhas de casca e de polpa de manga 'Palmer'. O mineral de maior quantidade tanto na farinha de casca como de polpa foi o potássio, destacando-se também o teor de nitrogênio, o qual está relacionado aos teores de proteína nas farinhas. A farinha de casca mostrou maiores teores de todos os minerais que a farinha de polpa, destacando-se principalmente ferro (44mg/Kg) e manganês (14 mg/Kg). Imran et al. (2013) também observaram a presença desses minerais na casca de mangas de diferentes cultivares e citaram teores de Fe variando de 5,35 a 9,60 mg/100g e de Mn de 0,03 a 0,05 mg/100g na base seca.

Quanto aos teores de minerais presentes na farinha de polpa dos frutos de manga 'Palmer' foi de no sódio variando de 49 a 54 dag/Kg, fósforo de 0,006 a 0,012 dag/Kg, potássio de 0,20 dag/Kg, cálcio de 1 a 2 dag/Kg, magnésio de 1,1 a 1,50 dag/Kg e ferro de 11 a 32 mg/Kg.

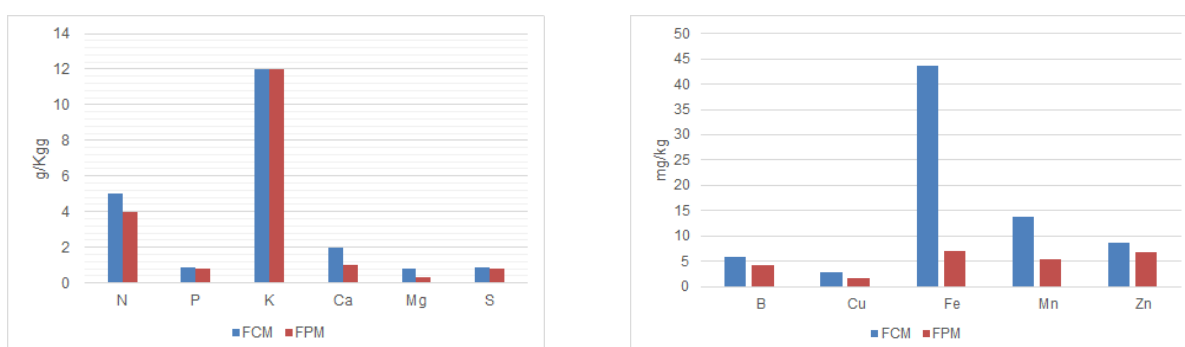


Figura 3. Perfil de minerais nas farinhas de casca (FCM) e de polpa de manga (FPM).

O conteúdo de minerais na polpa e nas cascas de manga variam entre e dentro das cultivares. Fatores como as características químicas do solo, sistema de irrigação e estágio de maturação podem afetar a quantidade e o perfil de minerais (MARÇAL E PINTADO, 2021).

Imran et al. (2013) analisaram o perfil mineral de cascas de cinco cultivares de manga e relataram que potássio, magnésio, cálcio, sódio, cobre, ferro e manganês foram encontrados em todas as amostras. Singh, Kaur, Shevkani e Singh (2016) detectaram os mesmos minerais em cascas de manga indianas, exceto cromo e zinco. Kaur e Srivastav (2018) analisando o perfil mineral de cascas de mangas indianas encontraram manganês, fósforo, potássio, cálcio e cloro em todas as cultivares. O magnésio e o zinco não foram detectados em todas as amostras. De acordo com Marçal e Pintado (2021) as cascas de manga têm em maiores quantidades cálcio, magnésio, sódio e potássio.

A atividade de água ( $a_w$ ) é uma propriedade de grande importância para o controle de produtos alimentícios, visto que analisa a água livre a qual está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento microbiano. A maioria dos microrganismos cresce em níveis de  $a_w$  de 0,90–0,99, porém alguns fungos e leveduras crescem em meios com menor atividade de água (0,80-0,88) e alguns permanecem vivos, mas não se multiplicam em baixas  $a_w$  (FERREIRA NETO et al., 2005).

Os resultados obtidos na  $a_w$  das farinhas de polpa e de casca de manga 'Palmer' evidenciaram baixos níveis, em acordo com os dados obtidos para outras farinhas de frutas como os encontrados por Menezes et al. (2019) em estudo com farinha do flavedo de melancia (0,489  $a_w$ ) e farinha do albedo laranja (0,490  $a_w$ ). Baixa  $a_w$  favorece o armazenamento, pois elimina a possibilidade de crescimento de microrganismos, além de reduzir as atividades das reações deterioradoras dos alimentos (FERREIRA NETO et al., 2005).

O ácido L-ascórbico, ou vitamina C, é uma vitamina hidrossolúvel e termolábil, solúvel em água, com alta atividade antioxidante e, encontrada em quantidades variáveis em diversas frutas. Os frutos da cultivar 'Palmer' mostram teor de vitamina C de 15,7 mg/ 100 g, em base úmida para a polpa (Silva et al., 2009). Mesmo com a desidratação as farinhas de casca e de polpa de frutos de manga 'Palmer' mostram elevados níveis de vitamina C, superando àqueles observados por Sogi et al. (2013), que analisando os efeitos das condições de processamento sobre os teores de

vitamina C em farinhas de casca e da amêndoa da manga, observaram teores variando de 68.49 a 84.74 mg/100 g para as farinhas de casca.

A importância das farinhas de manga como fonte de vitamina C também pode ser destacada pela superioridade em relação à farinha de outras frutas, como por exemplo, as farinhas de mamão. Tome e Augustinha (2018) analisando os efeitos das temperaturas de secagem sobre os teores de vitamina C em farinha da casca, polpa e semente de mamão (40-60°C) observaram teores variando de 28,13 a 53,33g/100g para farinha de casca, 46,6 a 58,66 g/100g para farinha da polpa e 5,28 a 32,2 g/100g para farinha da semente, com interferência da temperatura sobre este parâmetro.

A análise de cor das farinhas de casca e polpa de manga 'Palmer' mostra croma b positivo (amarelo) e croma a positivo (vermelho) para as duas farinhas, destacando-se o menor valor de a\* para a farinha de casca, o que está relacionado ao estágio de amadurecimento dos frutos.

Muralidhara et al. (2019) analisando a coloração da casca e da polpa de diferentes cultivares de manga relatam valor de luminosidade variando de 44,27 a 69,47 para casca e 45,05 a 62,40 para polpa, croma a variando de 0,48 a 18,01 para casca e 8,59 a 21,90 para polpa e croma b variando de 21,41 a 38,42 para casca e 35,46 a 52,69 para polpa. Estes dados evidenciam a interferência da cultivar e do conteúdo de carotenóides.

O atributo cor tem grande impacto na avaliação e aquisição de produtos alimentícios, tanto para o consumidor, quanto para as indústrias de alimentos. Quanto mais clara for a farinha, maior será sua aceitação e interesse, já que ao serem incorporados como ingredientes na elaboração de produtos alimentícios provocará pouca alteração na cor final (CASTILHO, FONTANARI, BATISTUTI, 2010).








A composição química e as características de atividade de água e cor das farinhas de manga confirmam o grande potencial destas como ingredientes para várias aplicações alimentares, como foi relatado por outros pesquisadores (AJILA et al., 2007; AJILA, RAO, & RAO, 2010; AZIZ et al., 2012).

## 2.3.2. Análises dos *cookies*

### 2.3.2.1. Análises físicas

Os resultados obtidos nas análises físicas dos *cookies* das diferentes formulações estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3. Análises físicas dos *cookies***

Formulações	<i>Cookies</i>	L*	a*	b*	<i>Spread ratio</i>	<i>Spread factor</i>
FP Padrão		44,94a	11,81c	17,54a	4,64a	-
F1 7,5% FCM		43,86b	12,45b	16,25b	3,21b	0,69b
F3 10% FCM		43,50b	13,20a	14,04c	3,17b	0,68b
F5 15% FCM		41,46d	13,17a	13,32c	2,72c	0,59c
F2 7,5% FPM		44,49a	11,00d	11,40e	4,16a	0,90a
F4 10% FPM		43,23b	11,21d	11,58e	3,78b	0,82a
F6 15%FPM		43,13bc	11,34c	12,22d	3,21b	0,69b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Um atributo de qualidade importante em *cookies* é a cor, pois além de estar diretamente relacionada à aceitação, os parâmetros de cor são indicativos para o controle do processo de forneamento (PEREIRA, CORREIA, GUINE, 2013;

MAINA, 2018; LEONEL et al., 2021). Os pigmentos produzidos na reação de Maillard e na dextrinização e caramelização do amido durante o processo de aquecimento determinam a cor dos *cookies* (HAN e LEE, 2021).

Conforme pode ser observado pelas imagens dos *cookies*, e pelos dados da análise de cor, a inclusão das farinhas de manga (FCM e FPM) nas formulações levou à alterações na cor e aparência dos produtos. Estes efeitos se devem às diferenças na composição química das farinhas, as quais já tinham interferido na coloração destas (Tabela 2).

Nenhum *cookie* teve luminosidade superior a 50, com os *cookies* obtidos a partir da formulação padrão (FP) e da formulação com 7,5% de farinha de polpa de manga (F2) sendo os mais claros. Os *cookies* produzidos a partir da formulação com 15% de inclusão de farinha de casca de manga em substituição à farinha de trigo (F5) foi o de menor luminosidade.

Para todas as amostras os valores de  $a^*$  foram positivos, indicando a predominância de vermelho sobre o verde. A coordenada  $b^*$  também assumiu valores positivos, indicando predominância da coloração amarela. A inclusão de 10 e 15% de FPM e de 7,5 a 15% de FCM levaram ao escurecimento dos *cookies* e a diminuição do  $b^*$ .

Ajila et al. (2008) avaliando a substituição do trigo por farinha de casca de manga (0, 5, 7,5 e 10%) verificaram que luminosidade variou de 56,88 a 64,87,  $a^*$  de 7,65 a 9,52, e  $b^*$  de 22,02 a 26,26, com decréscimo no  $L^*$  e no  $b^*$  nas maiores porcentagens de FCB, resultado similar ao do nosso estudo. De acordo com os mesmos autores as cascas de manga são ricas em polifenóis que são substratos para as enzimas polifenol oxidase e peroxidase que levam ao escurecimento enzimático.

A taxa de deformação (*spread ratio*) é usada para determinar a qualidade da farinha utilizada na preparação de biscoitos e a capacidade de crescer do biscoito (BALA, GUL, RIAR, 2015; LEONEL et al., 2021).

Com exceção aos *cookies* elaborados com 7,5% de farinha de polpa de manga, todos os outros biscoitos tiveram menor *spread ratio* que o da formulação padrão. Este resultado se deve principalmente ao aumento do teor de fibras nas formulações, diminuindo a água livre e aumentando a consistência da massa, pois alteram a formação das células de ar. Blanco Canalis et al.,(2016) aborda que quanto maior o *spread factor* maior será a qualidade.

Os *cookies* das formulações F2 e F4, que tinham 7,5 e 15% de FPM em substituição ao trigo tiveram os maiores *spread factor*, o que é desejável pois indica menor perda da força do glúten nas amostras. Já a inclusão de 15% de farinha de casca de manga na formulação (F5) levou ao menor *spread factor*.

### 2.3.2.2. Composição química

Os dados da composição química dos *cookies* estão apresentados na Figura 4. A análise dos dados mostrou efeito da porcentagem de inclusão das farinhas de manga na formulação sobre a composição dos *cookies* e estes se diferenciaram do *cookie* padrão (FP).

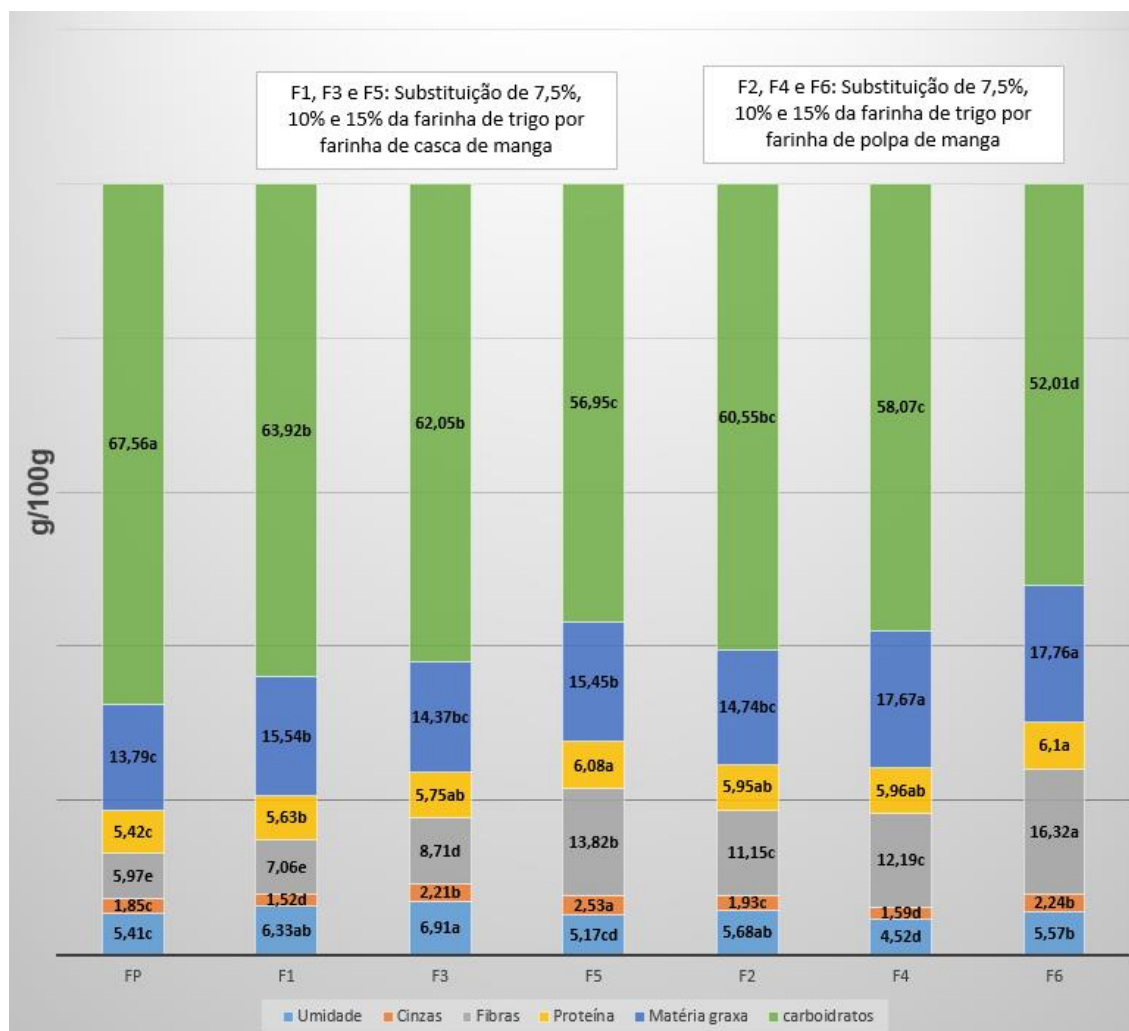
O teor de umidade dos *cookies* foi baixo enquadrando-se nos requisitos determinados pela legislação a qual determina o conteúdo máximo de umidade de 14 g 100g<sup>-1</sup> (BRASIL, 2005). Baixos teores de umidade têm sido relatados para *cookies* elaborados com farinhas de frutas. Mendes (2013) obteve teor de umidade de 9,26% para os biscoitos com substituição de farinha de trigo por farinha de casca de abacaxi e de 3,82% para o de casca de manga. Os *cookies* de Silva e Silva (2015) apresentaram teor de umidade de 5,51% para o de 10% de substituição de farinha de trigo por farinha de resíduos de manga, 6,02% para o de 20% e de 6,69% para o de 30%.

Para a análise de cinzas, independente da formulação todos os biscoitos estão em acordo com o que preconiza a legislação que é de máximo de 3,0 g 100g<sup>-1</sup> para este parâmetro (BRASIL, 1978).

O teor de cinzas representa os minerais totais na amostra, e a análise dos dados evidenciou que os *cookies* com a maiores porcentagens de inclusão da farinha de casca (F5) ou de polpa de manga (F6) tiveram os maiores teores. Os dados obtidos neste estudo foram superiores aos obtidos por Moreno (2016), que relatou teores de cinzas entre 0,82 e 1,27 (g.100g<sup>-1</sup>) em biscoitos com adição de farinha de casca de abacaxi e manga com 10%, 20% e 40% da farinha, respectivamente.

Para a análise de fibras, houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), com incremento nos teores com o aumento das porcentagens de farinhas de manga na formulação. Os valores de fibras encontrados para os biscoitos estão acima do valor mínimo de 1,2% sugerido pela TACO (2011). Considerando o total de fibras dos biscoitos, de acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012, os produtos podem ser considerados fonte de fibras por apresentarem teor maior que 3g/100g.

**Figura 4. Composição química dos cookies**



\*Médias seguidas de mesma letra minúscula na mesma variável entre as formulações não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

O teor de proteína variou de 5,48 a 6,47% com a amostra padrão tendo o valor mais baixo (5,42%) com houve uma diminuição aumento gradual no nível de proteína à medida que o que as farinhas de polpa e casca aumentaram. As proteínas funcionam como elementos estruturais de cada célula, responsável pelo crescimento e a manutenção do organismo, mais recentemente foram identificadas como elementos funcionais em certas células especializadas, secreções glandulares, enzimas e hormônios. No seu papel como enzimas, as proteínas controlam a degradação dos alimentos para fornecerem energia e para a síntese de novos compostos a fim de manter e reparar os tecidos do corpo (COZZOLINO et al., 2013).

O teor de lipídios variou de 13,79 e 17,76% com a amostra padrão de farinha de trigo tendo o valor mais baixo (13,79%) e a amostra com 15% de farinha de polpa de manga tendo o maior teor (17,76%) . Houve um pequeno aumento no valor dos lipídios com a adição de ambas farinha de manga. O lípidios melhoram o sabor e é um fator significativo na formulação de alimentos, especialmente nos biscoitos (IWE E EGWUEKWE, 2010).

O teor de carboidratos (obtido por diferença) variou de 73,51g/100g a 56,12g/100g, e o aporte energético variou 418,01 Kcal/100g a 402,35Kcal/100g. Como esperado, os carboidratos mostraram a maior composição na amostra controle, porque o trigo é o principal ingrediente na formulação de *cookies* e contém uma quantidade significativa de carboidratos. Observações semelhantes na composição aproximada de biscoitos com resíduos de melão, maçã e abacaxi foram relatadas (TOLEDO et al., 2019).

Na Tabela 4 encontram-se os valores para pH e acidez titulável das diferentes formulações dos biscoitos. Observam-se diferenças estatísticas significativas entre as formulações, sendo que para o pH os biscoitos com adição de 10% de casca apresentaram o maior valor, diferindo das demais formulações com exceção da formulação com a adição de casca (7,5%). Valores semelhantes para o pH foram encontrados em biscoitos elaborados com a farinha da casca da linhaça (entre 6,5 e 8,0) em estudo realizado por conforme Maciel et al. (2008).

Os resultados de pH dos cookies formulados com adição de farinha de polpa e casca apresentaram levemente ácidos, variando de 5,17 a 6,91, sendo a amostra dos cookies produzido com adição de 10% da farinha da casca que apresentou maior valor de pH (Tabela 4). Ao comparar os resultados de Azevedo et al. (2015) que avaliaram cookies enriquecidos com farinha de açaí, observa-se que obtiveram valores de pH em torno de 6,62 a 7,11 evidenciando a maior acidez das mangas em estado imaturo.

Souza e Meireles (2015), ao elaborarem diferentes produtos com adição da farinha de manga, observaram que a farinha da casca da manga é uma alternativa viável para o seu aproveitamento como ingrediente, em função dos resultados obtidos na avaliação sensorial quanto ao efeito na aceitação dos atributos, bem como, o índice de aceitabilidade acima de 70%.

**Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos dos cookies**

Material	A <sub>w</sub>	Acidez Titulavel	pH
FP	0,63 ±0,01 <sup>c</sup>	1,86 ±0,02 <sup>abc</sup>	5,41±0,5 <sup>cd</sup>
F1 (7,5% FCM)	0,64±0,04 <sup>c</sup>	1,52±0,05 <sup>c</sup>	6,33±0,2 <sup>ab</sup>
F2 (7,5% FPM)	0,66±0,01 <sup>c</sup>	1,99±0,12 <sup>abc</sup>	5,68±0,2 <sup>cd</sup>
F3 (10% FCM)	0,68±0,03 <sup>bc</sup>	2,17±0,2 <sup>ab</sup>	6,91±0,04 <sup>a</sup>
F4 (10% FPM)	0,70±0,03 <sup>bc</sup>	1,63±0,16 <sup>c</sup>	4,58±0,21 <sup>de</sup>
F5 (15% FCM)	0,74±0,00 <sup>b</sup>	2,17±0,15 <sup>ab</sup>	5,17±0,11 <sup>cde</sup>
F6 (15% FPM)	0,82±0,00 <sup>a</sup>	2,34±0,17 <sup>a</sup>	5,57±0,15 <sup>bc</sup>

Médias seguidas da mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p>0,05$ ).

Para análise de acidez titulável observou-se que os cookies da farinha da polpa (15%) apresentaram a maior acidez e diferenciou-se das demais formulações. Os cookies das formulações com maiores porcentagens de farinha de casca e de polpa mostraram acidez superior ao limite máximo de 2 g 100g<sup>-1</sup> (BRASIL, 1978), o que se deve ao estágio de maturação e ao cultivar de manga.

A atividade de água dos *cookies* teve efeito da formulação com o maior valor observado na formulação com 15% de farinha de polpa de manga. De acordo com Clerici et al (2013) a atividade de água traz informações importantes sobre a vida útil de um produto e em biscoitos a *aw* deve ser inferior a 0,6. Assim, os valores mais baixos observados neste estudo foram nos produtos com menores níveis de inclusão de farinhas de manga.

### 2.3.2.3. Análises microbiológicas

Os resultados microbiológicos dos *cookies* indicaram que todas as amostras estavam em conformidade com a legislação brasileira em vigor, aptos para consumo humano, indicando a adoção de boas práticas de fabricação (BRASIL, 2001) (Tabela 5).

Brandão et al (2019) também confirmaram em sua pesquisa, onde avaliaram atributos físico-químicos, microbiológicos, valor nutricional e aceitação sensorial de biscoitos formulados com chia (*Salvia hispanica* EU.), que as contagens mais baixas (< 10 UFC/g) também foram observadas para bolores e leveduras dos biscoitos em todos os períodos de avaliação. A ausência de bolores e leveduras indica que os

biscoitos foram confeccionados com matérias-primas de alta qualidade, em condições higiênicas adequadas, sem falhas no processamento ou armazenamento, garantindo assim a segurança microbiológica do produto.

**Tabela 5. Resultados das análises microbiológicas dos cookies**

<b>Análises</b>				
<b>Formulações</b>	<b>Bacillus cereus</b>	<b>Salmonella</b>	<b>Bolores e Leveduras</b>	<b>Escherichia coli</b>
<b>FP</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F1 (7,5% FCM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F2 (7,5% FPM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F3 (10% FCM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F4 (10% FPM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F5 (15% FCM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>F6 (15% FPM)</b>	< 3,0 est	Ausente	< 10 est.	< 10 est.
<b>Parâmetros da Legislação</b>	Max. 10 <sup>3</sup> /g	Ausência em 25g	Max. 10 <sup>3</sup> /g	Max. 10 <sup>2</sup> /g

**FP** - Cookie padrão, sem adição de farinha de casca e polpa de manga; **F1 (7,5%) e F2 (7,5%)** - Cookie adicionado de 7,5% de farinha de casca ou polpa da manga palmer; **F4 (10%) e F5 (10%)** - Cookie adicionado de 7,5% de farinha de casca ou polpa da manga palmer; **F5 (15%) e F6 (15%)** - Cookie adicionado de 7,5% de farinha de casca ou polpa da manga palmer.

## 2.4 CONCLUSÃO

As farinhas obtidas pelo processamento de mangas da cultivar Palmer têm elevado valor nutricional, destacando-se os teores de fibras, minerais e compostos bioativos. A substituição parcial do trigo por porcentagens de até 15% de farinha de casca ou de polpa de manga permite a obtenção de produtos com características tecnológicas e padrão microbiológico adequados e melhor qualidade nutricional e funcional.

## REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods**, 10th ed., St. Paul: AACC, 2000.

AJILA, K.A. NAIDU, S.G. BHAT, U.J.S. PRASADA R.A.O. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, 105, pp. 982-988, 2007.

AJILA, M. AALAMI, K. LEELAVATHI, U.J.S. PRASADA RAO. Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations Innovative. **Food Science and Emerging Technologies**, 11, pp. 219-224, 2010.

Alcântara Brandão, N., Borges de Lima Dutra, M., Andrade Gaspardi, A.L., & Segura Campos, M.R. Chia (*Salvia hispanica* L.) cookies: physicochemical/microbiological attributes, nutritional value and sensory analysis. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 13, n. 2, p. 1100-1110, 2019.

ASIO LG, CUARESMA F.D. A Review of Postharvest Treatments to Maintain Mango (*Mangifera indica* L.) Quality. **Annals of Tropical Research** 93: 81–93, 2016.

AZIZ, L.M. WONG, R. BHAT, L.H. CHENG. Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (*Mangifera indica* var Chokanan) in term of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. **Journal of the Science of Food & Agriculture**, 92, pp. 557-563, 2012.

AYO G.O; AMEH U.E; ALIFAH, O.N E BABATUNDE R. Composições aproximadas de biscoitos produzidos a partir de farinha de trigo e farinha composta de farelo de milho fortificada com extrato de cenoura. **Sciences**.5: 395, 2007.

BAIANO, A. Recovery of biomolecules from food wastes—a review. **Molecules**, 19, 14821–14842, 2014.

BALA, A., GUL, K., & RIAR, C. S. Functional and sensory properties of cookies prepared from wheat flour supplemented with cassava and water chestnut flours. **Cogent Food & Agriculture**, 1(1), 1-7, 2015.

BANERJEE R, CHINTAGUNTA AD, RAY S. A cleaner and ecofriendly bioprocess for enhancing reducing sugar production from pine Apple leafwaste. **Journal of Cleaner Production**, v.149, n.15, p.387-395, 2017.

BLANCO CANALIS, M., STEFFOLANI, M., LEÓN, A., & RIBOTTA, P. Effect of different fibers on dough properties and biscuit quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 97, 1607–1615, 2016.

BRAGA, B. A.; CARVALHO, S. A.; SOUZA, A. O. Avaliação físico-química e da qualidade microbiológica de farinhas produzidas a partir de resíduos agroindustriais. **Higiene Alimentar**. v. 27, p. 3871-3875, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência nacional de Vigilância Sanitária. Resolução CNNPA. N° 12 de 24 de julho de 1978. Padrões de Identidade e Qualidade para alimentos e Bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 27 jul 1978. \_\_\_\_\_.

BRASIL. Resolução - RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico - Produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, n. 184, p. 368 – 369, 23 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n. 60, de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Publicada no **Diário Oficial da União** em 26 de dezembro de 2019, seção 1.

CAZARIN, C. B. B. et al. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.

Camara FM (2017) **Aspectos qualitativos da manga ‘Palmer’ comercializada na CEAGESP**. 155 f. Tese (Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos) Universidade de São Paulo.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

Chen, Y., Zhao, L., He, T., Ou, Z., Hu, Z., & Wang, K. Effects of mango peel powder on starch digestion and quality characteristics of bread. **International Journal of Biological Macromolecules**, 140, 647–652, 2019.

COSTA, J. N.; SOARES, D. J.; CARNEIRO, A. P. G.; MOURA, S. M.; RODRIGUES, C. S.; FIGUEREDO, R. W. Composição centesimal e avaliação sensorial de biscoito tipo cookies acrescido de maracujá em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.2, p.143-147, 2012.

COZZOLINO, S.M.F.; COMINETTI, C. **Bases bioquímicas e fisiológicas da nutrição nas diferentes fases da vida, na saúde e na doença**. 1ª Ed., Manole, Barueri, 2013, 1257 p.

DIAS, L.G. **Aproveitamento da casca do maracujá em formulações de bebidas lácteas saborizadas com boca boa (*Buchenavia tomentosa*) e pera do cerrado (*Eugenia Klotzchianaberg*)**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio verde, Rio verde, 2016.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007. 239p

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

ERKEL, A.; ÁVILA, C. A.; ROMEIRO, M. M.; SANTOS, E. F.; SARMENTO, U. C.; NOVELLO, D. Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. **Revista Uniabeu**, v.8, n.19, p. 272-288, 2015.

GUIMARAES, A. R. D.; LEÃO, K. V.; MAPELI, A. M.; SCHNEIDER, L. C. Análise nutricional da farinha obtida da polpa da Cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson). **Brazilian Journal of Health Review**. Curitiba, v. 3, n.6, p. 15991-16001, 2020.

HAN, INHWA; LEE, CHUL-SEUNG. Quality properties and bioactivities of American cookies with coffee extract residues. **LWT**, v. 151, p. 112173, 2021.

IMRAN, M., BUTT, M. S., ANJUM, F. M., & SULTAN, J. I.. Chemical profiling of diferente mango peel varieties. **Pakistan Journal of Nutrition**, 12(10), 934,2013.

KAUR, B., SRIVASTAV, P. P. Effect of cryogenic grinding on chemical and morphological characteristics of mango (*Mangifera indica* L.) peel powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, 42(4), Article e13583,2018.

LEONEL, M., DOS SANTOS, T. P. R., LEONEL, S., DE SOUZA SANTOS, C. H. E., & LIMA, G. P. P. (2021). Blends of cassava starch with banana flours as raw materials for gluten-free biscuits. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 4, p. 2293-2312, 2021.

MARÇAI, S., PINTADO, M. Mango peels as food ingredient / additive: nutritional value, processing, safety and applications. **Trends in Food Science & Technology** 114, 472–489,2021.

MARTINEZ, R. et al. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, n. 135, p. 1520-1526, 2012.

MENEZES FILHO, A. C. P. DE; SOUZA, J. C. P. de, & CASTRO, C. F. de S. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia. **Revista Agrarian**, 12(45), 399-410,2019.

MCWATTERS, KH, OUEDRAOGO, JB, RESURRECCION, AV, HUNG, YC, & PHILLIPS, R.D. Físico e características sensoriais de biscoitos de açúcar contendo misturas de trigo, fonio (*Digitaria exilis*) e farinhas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). *International Journal of Food Science & Technology*, 38 (4), 403-410,2003.

Modesto JH, Leonel S, Segantini DM, Souza JMA, Ferraz R.A. Qualitative attributes of some mango cultivars fruits. *Australian Journal of Crop Science* 10(4):565–570,2016.

MORENO, J. S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. 2016. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.

MURALIDHARA, B.M.; VEENA, G.L.; BHATTACHERJEE, A.K.; RAJAN, S. Antioxidants in ripe peel and pulp of twelve mango (*Mangifera indica*) cultivars. *Indian Journal of Agricultural Science* 89 (10),1580– 1584,2019.

NUNES MCN (2008) **Color Atlas of Postharvest Quality of Fruits and Vegetables**. Iowa: Blackwell Publishing.

OLADUNJOYE, A.O., EZIAMA, S.C., ADERIBIGBE, O.R. Proximate composition, physical, sensory and microbial properties of wheat-hog plum bagasse composite cookies. *LWT - Food Science and Technology* 141, 111038, 2021.

OLIVEIRA AR, MOREIRA AN, TEIXEIRA AHC, PARANHOS BJ, SANTOS SAF, et al (2010). Cultivo da mangueira. **Sistemas de Produção 2(2)**.

QUILES, A., CAMPBELL, G. M., STRUCK, S., ROHM, H., & HERNANDO, I. . Fiber from fruit pomace: A review of applications in cereal-based products. *Food Reviews International*, 34, 162–181,2018.

Rigo, M., Bezerra, J. R. M. V., Rodrigues, D. D., & Teixeira, A. M. Avaliação físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farinha de bagaço de malte como fonte de fibra. *Ambiência-Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, 13(1), 47-57,2017.

SHARMA R, OBEROI HS AND DHILLON GS. 2016 Chapter 2: Fruit and vegetable processing waste: renewable feed stocks for enzyme. In: Production agro-industrial wastes as feedstock for enzyme production. **Elsevier** Inc. Bengaluru, India.

SAGAR, N. A., PAREEK, S., SHARMA, S., YAHIA, E. M., & LOBO, M. G. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 17, 512–531,2018.

SILVA, L.C., & SILVA, M.V. Subproduto Desidratado da manga (Mangifera Indica L.) Proposição para produção de biscoitos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 17 (3), 256- 259,2015.

SINGH, J. P., KAUR, A., SHEVKANI, K., & SINGH, N. Composition, bioactive compounds and antioxidant activity of common Indian fruits and vegetables. **Journal of Food Science & Technology**, 53(11), 4056–4066,2016.

SOGI, M. SIDDIQ, I. GREIBY, K.D. DOLAN. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of ‘Tommy Atkins’ mango peel and kernel as affected by drying methods. **Food Chemistry**, 141, pp. 2649-2655,2013.

Stevenson, D. G., Domoto, P. A., & Jane, J. L. Structures and functional properties of apple (*Malus domestica* Borkh) fruit starch. **Carbohydrate polymers**, v. 63, n. 3, p. 432-441, 2006.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.537-543, 2013.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. NEPA – UNICAMP. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

TOME, A. C.; AUGUSTINHA, B. F. Teor de Vitamina C em Farinha da Casca, Polpa e Semente de Mamão (*Carica papaya*) Submetidas a Diferentes Temperaturas de Secagem. **UNICIÊNCIAS**, v. 22, n. 3Esp, p. 43-46, 2018.

TOLEDO, J. MONDONI, S. HARADA-PADERMO, R. VELA PAREDES, P. BERNI, M. SELANI, S. CANNIATTI-BRAZACA. Characterization of apple, pineapple, and melon by-products and their application in cookie formulations as an alternative to enhance the antioxidant capacity. **Jof. Food Processing and Preservation**, 43 , Article e14100,2019.

### CAPÍTULO 3

## DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL DE MASSA ALIMENTÍCIA ENRIQUECIDA COM FARINHA DA CASCA DE MANGA

### RESUMO

A massa alimentícia é um alimento básico de conveniência popular em todo o mundo e recebe aceitação sensorial do consumidor de todas as faixas etárias. No entanto, é produzida principalmente pela mistura de ingredientes com alto teor de amido e baixas quantidades de constituintes fitoquímicos, assim a adição ou substituição de substituintes naturais para melhorar a propriedade física e a qualidade nutricional de massas tem sido uma tendência para a inovação no setor. O objetivo deste estudo foi produzir massas alimentícias com diferentes substituições da farinha de trigo por farinha de casca de manga, determinar a sua composição centesimal e avaliar as propriedades tecnológicas das massas elaboradas. Foram produzidos macarrões utilizando farinha de trigo complementada com substituição de farinha de casca de manga das variedades 'Bourbon', 'Haden' e 'Tommy Atkins' de 0% (controle), 10%, 20% e 30%. Os macarrões obtidos nos ensaios foram submetidos à avaliação através das determinações de umidade, cinzas, matéria graxa, carboidratos, proteína, fibra e análises tecnológicas (tempo de cozimento, expansão de volume, absorção de água, perda de sólidos solúveis, diferença de cor). Os resultados mostraram que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de manga permitiu a obtenção de produtos com características tecnológicas adequadas e melhor qualidade nutricional e funcional. A incorporação aumentou os teores de cinzas e fibra alimentar. Ainda, o aumento da concentração de farinha levou ao aumento do tempo de cozimento.

**Palavras-chave:** farinha mista; substituição; massa.

## ABSTRACT

Pasta is a popular convenience staple food around the world and receives sensory acceptance from consumers of all age groups. However, it is mainly produced by mixing ingredients with a high content of starch and low amounts of phytochemical constituents, as well as the addition or substitution of natural substitutes to improve the physical property and nutritional quality of pasta. The objective of this study was to produce pasta with different substitutions of wheat flour for mango peel flour, determine its proximate composition and evaluate the technological properties of the prepared pasta. Noodles were produced using wheat flour supplemented with replacement of mango peel flour of the “Bourbon”, “Haden” and “Tommy Atkins” varieties of 0% (control), 10%, 20% and 30%. The noodles obtained in the tests were submitted to evaluation through physicochemical analysis of moisture, ash, ethereal extract, carbohydrates, protein, fiber and technological analysis (cooking time, volume expansion, water absorption, loss of soluble solids, color difference). The results were observed that partial replacement of wheat flour by mango peel flour allowed to obtain products with adequate technological characteristics and better nutritional and functional quality. The incorporation increased the ash and dietary fiber contents in the dough. Furthermore, increasing the flour concentration led to an increase in the cooking time.

**Keywords:** Mixed Flour; Replacement; Pasta.

### 3.1 INTRODUÇÃO

As massas alimentícias estão entre os produtos mais populares e convenientes disponíveis nas prateleiras do mercado, devido ao baixo custo, composição nutricional, facilidade de preparo, transporte e maior vida de prateleira (NILUSHA, JAYASINGHE, PERERA, & PERERA, 2019). As massas alimentícias representam uma parcela importante dos produtos derivados de farinha de trigo consumidos no Brasil, pois cada consumidor consome quase 5 kg de macarrão anualmente, enquanto o consumo de pães e bolos industrializados *per capita* anual soma pouco mais de 2,7 kg. O macarrão compõe a rotina alimentar de boa parte da população brasileira, por seu baixo custo e versatilidade (ABIMAPI, 2020).

As massas alimentícias têm um considerável consumo mundial, principalmente devido ao seu baixo custo, facilidade de preparação, versatilidade e longa vida útil (CAPPA; ALAMPRESE, 2017). Geralmente no preparo utilizam-se apenas dois ingredientes, que são farinha de trigo e/ou sêmola e água, apresentando, portanto, elevada quantidade de amido e baixas quantidades de fibras alimentares, proteínas, minerais, vitaminas e compostos fenólicos (BUSTOS; PEREZ, LEON, 2013; PHONGTHAI et al., 2017).

Uma alternativa para incrementar a composição nutricional das massas alimentícias é a substituição da farinha de trigo por farinhas de outros grãos, tubérculos, leguminosas, rizomas, sementes e frutas. A utilização de partes de alimentos que normalmente são desprezadas, como cascas, talos e folhas, em sucos, doces, geleias e farinhas, seria uma alternativa, sendo que as cascas e as sementes das frutas apresentam alta quantidade de compostos nutricionais, provavelmente pelo fato de as cascas desempenharem função de defesa na fruta e as sementes por assegurarem a propagação de sua espécie (MELO e ARAÚJO, 2011; CANTERI et al., 2010).

O conhecimento sobre o potencial nutricional da casca da manga contribui para o aumento da viabilidade de utilização das partes descartadas como insumo em formulações alimentícias, assim como agrega valor ao resíduo de processamento de sucos, possibilitando a produção de novas formulações para potenciais consumidores que se preocupam com a manutenção da saúde (MORENO, 2016).

Pelos fatores nutraceuticos, a manga é usada por suas propriedades saudáveis a polpa do fruto, extrato da semente, folhas e casca do caule. amendoas de manga em decocção é usado para tratar diarreia, sangramento de hemorroidas e hemorragias de têm propriedades vermífugas e adstringentes. Além disso, extratos das frutas são usados, folhas e cascas por sua atividade antibiótica. O caule da manga é usado em Cuba como remédio para gastrite, úlceras, febre e diarreia (LAURICELLA et al., 2017, GARRIDO et al., 2009).

Os resíduos provenientes da agroindústria de frutas podem ser melhor aproveitados quando são submetidos a processos de secagem. Os resíduos como cascas de mangas, por exemplo, podem ser transformados em farinhas e com isso poderão ser utilizados como ingredientes na produção de diferentes alimentos. Farinhas de casca de manga apresentam boa aceitabilidade sensorial quando aplicados em alimentos e reduzido custo, podem enriquecer nutricionalmente

composições de alimentos e baratear o custo de processamento e de perecibilidade em comparação com cascas de manga in natura (REINOSO, 2017).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de manga, nas características físico-químicas da massa alimentícia.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

Para a produção das farinhas foram obtidos os frutos das mangueiras da cultivar Bourbo, Haden e Tommy Atkins, colhidos de plantas saudáveis, foram coletados do pomar implantado na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu – SP. Os frutos foram higienizados em água corrente com o auxílio de escovas para a retirada de impurezas, sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos e, posteriormente lavados em água corrente para retirada do excesso de cloro. Em seguida, os frutos foram pesados, descascados e a polpa foi separada do caroço. As cascas foram submetidas ao processo de secagem em estufa com circulação de ar a 55-60° C por 24 horas. Após o resfriamento, os materiais foram moídos em moinho de facas, peneirados, embalados em sacos de polietileno e armazenados em ambiente refrigerado.

A composição química das farinhas de casca dos frutos de manga foi determinada em acordo com as metodologias da AACC (2010): Umidade (método 44-15.02), proteína (método 46-13.01), material graxo (método 30-25.01), cinzas (método 08-01.01), fibras totais (método 32-45.01), amido total (método 76-13.01) e açúcares totais (Nielsen, 2017), obtendo os resultados conforme Tabela 1.

**Tabela 1. Composições químicas da farinha de trigo, de casca de manga e composição calculada das misturas**

<b>Composição dos Materiais</b>									
	<b>Farinha de Trigo</b>	<b>Farinha Casca Manga Bourbon (FCB)</b>	<b>Farinha Casca Manga Haden(FCH)</b>	<b>Farinha Casca Manga Tommy Akins (FCT)</b>					
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	10,39± 0.03	6.5 ± 0.13	5.8 ± 0.43	6.9 ± 0.11					
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	0,36± 0.01	3.4 ± 0.02	3.2 ± 0.04	2.6 ± 0.16					
Proteínas (g 100g <sup>-1</sup> )	11.0 ± 0.0	5.3 ± 0.01	4.1 ± 0.26	3.5 ± 0.38					
Lípidios (g 100g <sup>-1</sup> )	1.5 ± 0.0	1.4 ± 0.02	1.5 ± 0.02	1.9 ± 0.06					
Fibras (g 100g <sup>-1</sup> )	2.5 ± 0.0	27.2 ± 0.0	50.6 ± 0.28	38.8 ± 0.31					
Açúcar Total (g 100g <sup>-1</sup> )	3,44± 0.10	24.12 ± 0.01	20.35 ± 0.04	33.2 ± 0.12					
Amido (g 100g <sup>-1</sup> )	70,77± 0.0	36.4 ± 1.15	27.84 ± 0.82	22.62± 0.27					
<b>*Composição Calculada de Misturas</b>									
	<b>FM1</b>	<b>FM2</b>	<b>FM3</b>	<b>FM4</b>	<b>FM5</b>	<b>FM6</b>	<b>FM7</b>	<b>FM8</b>	<b>FM9</b>
Umidade (g 100g <sup>-1</sup> )	10,00	9,61	9,22	9,93	9,47	9,01	10,04	9,69	9,34
Cinzas (g 100g <sup>-1</sup> )	0,66	0,97	1,27	0,64	0,93	1,21	0,58	0,81	1,03
Proteínas (g 100g <sup>-1</sup> )	10,43	9,86	9,29	10,31	9,62	8,93	10,25	9,5	8,75
Lípidios (g 100g <sup>-1</sup> )	1,49	1,48	1,47	1,50	1,50	1,50	1,54	1,58	1,62
Fibras (g 100g <sup>-1</sup> )	4,97	7,44	9,91	7,31	12,12	16,93	6,13	9,76	13,39
Açúcar Total (g 100g <sup>-1</sup> )	5,51	7,58	9,64	5,13	6,82	8,513	6,42	9,39	12,37
Amido (g 100g <sup>-1</sup> )	67,33	63,90	60,46	66,48	62,18	57,89	65,95	61,14	56,33

\*Valores calculados com base na composição aproximada de cada ingrediente e sua contribuição para a formulação final.

\* FM1 a FM3 farinha de manga casca Bourbon, FM4 a FM6 farinha casca Haden e posteriormente FM7 a FM9 farinha de casca Tommy Akins, sendo formulações com substituição parcial da farinha de trigo por 10, 20 e 30 %.

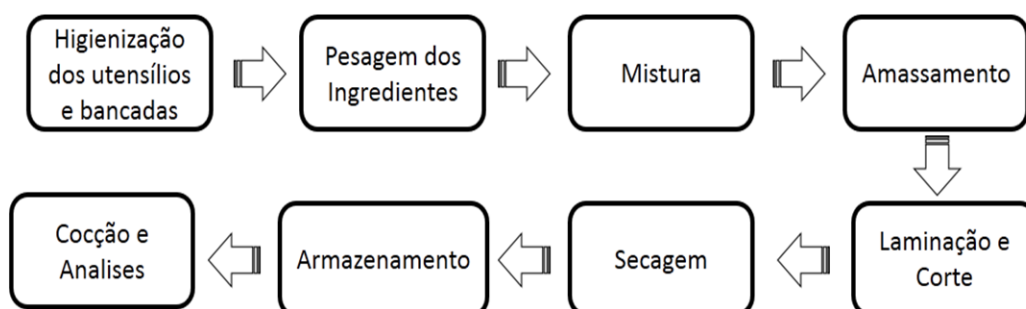
### 3.2.1 Preparo das Massas Alimentícias

Uma formulação padrão da massa alimentícia foi adotada para todas as condições de testes realizados neste trabalho, com os ingredientes e suas proporções descritas na Tabela 2 e seguindo a metodologia adaptada de Pereira et al. (2017) e Leitão et al. (1990).

A partir da formulação padrão foram produzidas massas alimentícias aplicando diferentes níveis de substituição de farinha de trigo, por farinha de casca de manga das cultivares “Bourbon”, “Haden” e “Tommy”. As porcentagens desta substituição da farinha de trigo foram 0%, 10%, 20% e 30%.

Para a produção das massas foram utilizados 200 g de farinha no total, 4 g de sal e aproximadamente 2 ovos, todos pesados em balança semianalítica, misturados até se obter a homogeneização, para posterior processo de sova manual por 20 minutos. Após o descanso de 30 minutos, coberto com filme de PVC, a massa foi aberta e cortada em máquina de macarrão de mesa, no formato “talharim”, com espessura padronizada de 2,7 mm e largura de 6,6 mm e armazenada em temperatura de refrigeração 5 a 7 °C, assim seguindo para posteriores análises, de acordo com a Figura 1.

**Figura 1 – Fluxograma do processamento da Massa Alimentícia**



**Fonte:** Autoria Própria, 2021

**Tabela 2. Proporção dos ingredientes utilizados na formulação de massas alimentícias com diferentes concentrações de Farinhas de casca manga Bourbon, Haden, Tommy Atkins**

<b>Ingredientes</b>	<b>FMP *</b>	<b>FM 1</b>	<b>FM 2</b>	<b>FM 3</b>	<b>FM 4</b>	<b>FM 5</b>	<b>FM 6</b>	<b>FM 7</b>	<b>FM 8</b>	<b>FM 9</b>
Farinha de Trigo (g)	200	180	160	140	180	160	140	180	160	140
Farinha Casca Manga Bourbon (FCB) (g)	-	20	40	60	-	-	-	-	-	-
Farinha Casca Manga Haden (FCH) (g)	-	-	-	-	20	40	60	-	-	-
Farinha Polpa Manga Tommy (FCT) (g)	-	-	-	-	-	-	-	20	40	60
Sal (g)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ovo (Unid)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Água (ml)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

\*FMP= formulação padrão, FM1 a FM3 farinha de manga casca Bourbon, FM4 a FM6 farinha casca Haden e posteriormente FM7 a FM9 farinha de casca Tommy Atkins, sendo formulações com substituição parcial da farinha de trigo por 10, 20 e 30 %.

**Figura 2 - Etapas do processamento das massas alimentícias**



Fonte – Arquivo Pessoal,2021.

### 3.2.2 Análises físico-químicas das massas alimentícias

As massas alimentícias foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras totais, conforme as metodologias citadas no item 2.2.2.1 do capítulo 2.

#### 3.2.2.1 Carboidratos

O valor de carboidratos totais, incluindo fibras, foi obtido por diferença centesimal com a soma dos resultados encontrados em percentagem de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos, conforme apresentado na equação (1):

$$\text{Carboidratos totais (g/100g)} = 100 - [\text{umidade} + \text{cinzas} + \text{proteínas} + \text{lipídeos} + \text{fibras}] \text{ Eq. [1]}$$

### **3.2.2.3 Valor Energético Total**

O valor energético total foi calculado segundo os valores de conversão Atwater, utilizando 4 kcal g<sup>-1</sup> para proteínas e carboidratos e 9 kcal g<sup>-1</sup> para lipídeos (MERRILL e WATT, 1973).

### **3.2.2.3 Determinação de cor**

A avaliação da cor realizou-se em colorímetro (MINOTA, CR-400), utilizando os parâmetros L\*, a\*, b\* representados pelo modelo CIE (Commission International Illuminant). O parâmetro L\* define a luminosidade [L = 0 (preto); L = 100 (branco)], enquanto a\* e b\* são responsáveis pela cromaticidade (+a\*, -a\*, vermelho e verde, respectivamente; +b\*, -b\*, amarelo e azul, respectivamente).

### **3.2.2.4 Textura**

Os fios de macarrão foram cozidos em água destilada na proporção de 300 mL de água para 25 g de massa durante tempo determinado conforme AACC (2000). Após drenagem da água de cozimento, a massa foi lavada com 50 mL de água destilada e deixada em repouso por 15 minutos. Os fios foram cortados com 5cm de comprimento de modo a ficar perfeitamente estendido sobre a base do equipamento durante as leituras. Os parâmetros de firmeza foram analisados em texturômetro (TA, XT2, Halesmere, Inglaterra) conforme método 16-50 da AACC (2000). A distância foi de 2mm e a agulha usada foi Needle probe. O equipamento foi operado pelo programa Stable Micro Systems Ltda. A velocidade foi mensurada em mm/s e o resultado foi obtido em Newton (N).

## **3.2.3 Análises de qualidade da massa alimentícia**

### **3.2.3.1 Testes de cozimento**

Os testes de cozimento foram realizados segundo o método 16-50 da AACC (2000). Os testes aplicados foram: tempo de cozimento, aumento de massa do produto cozido e perda de sólidos na água do cozimento. Com exceção do tempo de cozimento, os demais testes foram realizados em triplicata.

#### **3.2.3.1.1 Tempo de cozimento**

O tempo de cozimento foi determinado pela cocção de 10 g de amostra em 140 mL de água destilada em ebulição, até atingir a qualidade visual adequada em consequência da gelatinização do amido em toda a seção da massa. Este ponto foi determinado pela compressão de amostras de massa, a cada 30 segundos, entre duas lâminas de vidro até o desaparecimento do eixo central (AACC, 2000).

#### **3.2.3.1.2 Aumento de massa do produto cozido**

O aumento de massa foi determinado pela pesagem da amostra antes e após a cocção, utilizando o tempo de cozimento ideal de cada amostra. O valor do aumento de massa é a razão entre o peso da massa cozida e o peso da massa crua (10 g), expresso em porcentagem (%) (AACC, 2000).

#### **3.2.3.1.3 Perda de sólidos na água de cozimento**

A quantidade de sólidos perdidos na água de cozimento foi determinada pela evaporação de 25 mL de água de cozimento, obtida após as análises de tempo de cozimento e aumento de massa do produto cozido, em estufa a 105 °C, até peso constante (AACC, 2000).

### **3.3 RESULTADO E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1. Composição química e valor calórico**

Os resultados das análises físico-químicas das massas alimentícias estão apresentados na Tabela 1. As análises das características físico-químicas das massas alimentícia, permitiram observar que quanto à umidade variou de (27,70%) a (24,58%) com valores dentro da legislação (ANVISA, 2000), que estabelece limites máximos de 35% de umidade para as massas frescas.

**Tabela 3- Composição centesimal das massas alimentícias contendo diferentes níveis de farinha de casca de mangas Bourbon, Haden e Tommy Atikns**

% de Susbt.	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Proteína (g/100g)	Fibras (g/100g)	Lipídios (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	Valor Energético Total (kJ/g)
FMP	24,58±0,32 <sup>g</sup>	1,02±0,03 <sup>i</sup>	15,30±0,04 <sup>g</sup>	4,08±0,04 <sup>i</sup>	4,11±0,02 <sup>h</sup>	50,86±0,43 <sup>a</sup>	301,82±0,41
FM1	25,88±0,02 <sup>f</sup>	1,84±0,03 <sup>e</sup>	15,33±0,13 <sup>g</sup>	5,02±0,03 <sup>h</sup>	4,47±0,03 <sup>g</sup>	47,47±0,11 <sup>b</sup>	291,35±0,15
FM2	26,01±0,06 <sup>f</sup>	2,47±0,07 <sup>b</sup>	16,33±0,02 <sup>ef</sup>	6,10±0,02 <sup>f</sup>	5,46±0,07 <sup>e</sup>	43,83±0,12 <sup>d</sup>	288,98±0,23
FM3	26,40±1,00 <sup>e</sup>	2,93±0,02 <sup>a</sup>	16,98±0,04 <sup>c</sup>	6,91±0,05 <sup>d</sup>	5,77±0,02 <sup>c</sup>	40,98±0,09 <sup>e</sup>	283,87±0,01
FM4	27,02±0,08 <sup>cd</sup>	1,55±0,03 <sup>f</sup>	16,23±0,02 <sup>e</sup>	6,23±0,02 <sup>e</sup>	5,40±0,10 <sup>e</sup>	43,54±0,11 <sup>d</sup>	287,75±0,68
FM5	27,34±0,04 <sup>bc</sup>	1,94±0,04 <sup>d</sup>	17,23±0,11 <sup>bc</sup>	8,75±0,02 <sup>b</sup>	5,63±0,03 <sup>d</sup>	39,09±0,15 <sup>f</sup>	275,96±0,40
FM6	27,70±0,05 <sup>a</sup>	2,24±0,02 <sup>c</sup>	18,59±0,19 <sup>a</sup>	9,32±0,02 <sup>a</sup>	7,65±0,02 <sup>a</sup>	34,48±0,11 <sup>g</sup>	281,18±0,26
FM7	26,61±0,12 <sup>e</sup>	1,29±0,02 <sup>h</sup>	15,83±0,04 <sup>d</sup>	5,54±0,07 <sup>g</sup>	4,17±0,03 <sup>h</sup>	46,54±0,21 <sup>c</sup>	287,04±0,54
FM8	26,96±0,07 <sup>d</sup>	1,35±0,01 <sup>gh</sup>	16,64±0,16 <sup>d</sup>	6,24±0,03 <sup>e</sup>	4,98±0,03 <sup>f</sup>	43,81±0,24 <sup>d</sup>	286,67±0,13
FM9	27,42±0,06 <sup>ab</sup>	1,40±0,01 <sup>g</sup>	17,49±0,18 <sup>b</sup>	7,12±0,04 <sup>c</sup>	5,98±0,02 <sup>b</sup>	40,57±0,22 <sup>e</sup>	286,14±0,29

Os valores dentro de uma coluna seguidos pela mesma letra não são significativamente diferentes, teste de Tukey (P > 0,05)

Os resultados mostraram que a adição das farinhas de casca de manga, 'Bourbon', 'Haden' e 'Tommy Atkins' levou ao aumento do teor de cinzas e a amostra contendo 30% de farinha de casca de manga 'Bourbon' apresentou o maior teor de cinzas ( $2,93 \pm 0,02$ ) (Tabela 3).

Os resultados estão de acordo com os obtidos em massas produzidas com pó de brotos de moringa, onde a fibra alimentar sofreu um incremento de 2,9 vezes (CHINMA et al., 2014). A diferença entre os mesmos era esperada, já que a adição das farinhas nas formulações, ricos em minerais, contribuiu significativamente para o aumento do teor de cinzas.

O teor de proteínas ao ser avaliado em todas as massas diferiu estatisticamente da massa padrão entre 15,33 a 18,59 %, sendo superiores em quantidade. A massa FM6, quando comparado a padrão, proporcionou um acréscimo no valor protéico em torno de 18,59% sendo o maior valor.

Coello et al. (2021) quando avaliou massas alimentícias enriquecidas, produzidas com pó de brotos de moringa, também obteve uma melhora no perfil nutricional, que pôde ser explicada pelo fato da enriquecimento se mostrou valores de 13,56 a 16,04 % proteínas em relação a massa padrão 12,00 %.

Para a análise de fibras, houve diferenças significativas ( $p \leq 0,05$ ), sendo que as massas FM6 mostrou o maior valor de 9,32%. Esse valor foi similar ao estudo de Chusak et al., (2020), que relataram que com a adição de pó de frutas gac verdes (9,34%) e maduras (9,10%) nas massas levou ao aumento do teor de fibra alimentar e umidade.

Em outro estudo, desenvolvido por Cavalcante Neto et al. (2016), objetivando o aumento no teor de fibras, utilizou-se a farinha de mesocarpo de babaçu no preparo de massa alimentícia fresca, sendo resultados demonstraram que a suplementação em 10% de farinha de mesocarpo de babaçu proporcionou um aumento de 44% no teor de fibras.

Assim sendo, com base nesses teores, pode-se afirmar que as massas FM5 e FM6 são fontes de fibra alimentar, o que é de extrema importância, pois esses produtos podem ampliar as opções dos consumidores como potenciais fontes desse nutriente.

Para os lipídios, a massa FM6 apresentou a maior média (7,65%) e diferiu das demais, sendo seguida pela massa FM9 (5,98). Chusak et al., (2020) trabalharam com

massa alimentícia com substituição parcial por pó de fruta gac obtiveram resultado de (7,26%), valor este bem superior ao obtido pelo presente estudo. Isso é importante do ponto de vista tecnológico, já que os lipídeos possuem grande importância no que diz respeito à maciez do produto (MENEGASSI; LEONEL, 2006).

As massas FM3, FM6 E FM9 acarretou um aumento de lipídios, a farinha de casca de manga se mostrou eficaz. Os resultados quando comparado aos obtidos em massas produzidas com pó de brotos de moringa, mostrando um teor de 7,81 para lipídio na substituição de 30% (COELLO et al., 2021).

O carboidrato variou de 47,47 a 34,48 %, semelhante ao encontrado por Ribeiro *et al.*, (2018) para massa fresca enriquecida com farinha de casca de maracujá amarelo (41,19%). No entanto, se comparado ao valor apresentado por Fogagnoli e Seravalli (2014) para massa fresca enriquecida com farinha da casca de maracujá (52,45%), e ao apontado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) para macarrão sem pré-cozimento preparado com trigo e ovos (76,6%), percebe-se que o valor foi significativamente inferior.

Os resultados obtidos para o valor calórico (tabela 3), foi de 275,96 kcal a 291,35 kcal, superior ao apresentado (223,26 kcal) no estudo de Silva *et al.*, (2019) para massa enriquecida com farinha de casca de maracujá amarelo.

### 3.3.2. Cor

A cor é um dos fatores determinantes em produtos alimentícios, já que afeta de forma bastante significativa sua aparência e, por consequência, o interesse na compra. Para as formulações das massas alimentícias, os valores de luminosidade permaneceram entre 47,59 a 58,03, e mostraram pouca variação entre si.

A Figura 3 mostra a aparência de diferentes massas contendo diferentes porcentagens de farinha de casca de manga. A adição de casca de manga Bourbon, Haden e Tommy Atkins afetou significativamente sua cor. A luminosidade é um parâmetro que reflete a tendência da amostra ao branco ( $L = 100$ ) ou ao preto ( $L = 0$ ), e ambas as massas apresentaram ligeira tendência mais escura, explicada pela adição da farinha da casca às mesmas. Já o parâmetro  $a^*$  indica a tendência para as cores vermelho (valores positivos de  $a^*$ ) variando entre 3,41 a 6,61.

**Tabela 4 - Resultados das análises de cor das massas alimentícias**

Formulações Massa*	Parametros		
	L	a*	b*
FMP	53,21±2,67 <sup>bc</sup>	6,32±0,22 <sup>a</sup>	12,97±0,16 <sup>de</sup>
FM1	49,55±0,72 <sup>cd</sup>	5,43±0,10 <sup>b</sup>	17,31±0,34 <sup>b</sup>
FM2	58,03±0,81 <sup>a</sup>	4,16±0,05 <sup>d</sup>	18,72±0,92 <sup>a</sup>
FM3	53,70±1,47 <sup>b</sup>	4,22±0,23 <sup>cd</sup>	16,93±0,11 <sup>b</sup>
FM4	50,58±1,29 <sup>bcd</sup>	5,39±0,19 <sup>b</sup>	14,20±0,28 <sup>cd</sup>
FM5	51,27±1,14 <sup>bcd</sup>	4,49±0,17 <sup>cd</sup>	14,80±0,13 <sup>c</sup>
FM6	51,45±1,05 <sup>bc</sup>	3,41±0,16 <sup>e</sup>	14,90±0,35 <sup>c</sup>
FM7	47,59 ±0,72 <sup>d</sup>	6,61±0,13 <sup>a</sup>	12,09 ±0,42 <sup>e</sup>
FM8	51,34 ±0,88 <sup>bc</sup>	4,47±0,21 <sup>c</sup>	18,76 ±0,61 <sup>a</sup>
FM9	53,45±0,64 <sup>b</sup>	4,33±0,06 <sup>cd</sup>	19,61±0,38 <sup>a</sup>

\*FMP= formulação massa padrão, **FM1 (10%)**, **FM2 (20%)**, e **FM3 (30%)** com substituição parcial farinha de manga casca Bourbon, **FM4 (10%)**, **FM5 (20%)** e **FM6 (30%)**, farinha casca Haden e posteriormente **FM7 (10%)**, **FM8 (20%)** e **FM9 (30%)** de farinha de casca Tommy Akins.

O b\* refere-se à tonalidade amarela. Essa tonalidade encontra-se presente na amostra, em maior intensidade, quanto maior for o valor de b positivo, segundo a tabela 4 a coloração em massas variou de 12,09 a 19,61.



**Figura 3.** A aparência de diferentes massas contendo diferentes porcentagens 10% , 25%) e 30% . **A)** FMP= formulação massa padrão, **B)** FM1 (10%). **C)** FM2 (20%).e **D)** FM3 (30%) com substituição parcial farinha de manga casca Bourbon, **E)** FM4 (10%), **F)** FM5 (20%) e **G)** FM6 (30%), farinha casca Haden e posteriormente **H)** FM7 (10%), **I)** FM8 (20%) e **J)** FM9 (30%) de farinha de casca Tommy Akins.

**Fonte:** Arquivo pessoal,2021.

A qualidade do cozimento é um parâmetro importante para avaliação do macarrão. A Tabela 5 mostra os parâmetros de qualidade de cozimento dos produtos de macarrão preparados com farinha de casca de manga incorporada com 10%, 20% e 30%. A qualidade do cozimento, que inclui perda de sólido solúveis, peso cozido e textura do macarrão cozido, é o atributo de qualidade mais importante (FEILLET, DEXTER, 1996).

Não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) quanto ao aumento de volume entre as massas variando de 88,45 a 83,12%. Segundo Fogagnoli e Seravalli (2014) o aumento de volume depende do tempo de cozimento, do formato da massa, da qualidade e do teor de glúten. Ribeiro, Bolanho, Montanuci e Ruiz (2018) não detectaram aumento de volume quando variados teores de farinha de casca de maracujá na formulação de massas.

**Tabela 5 - Resultados das análises específicas de cozimento das massas alimentícias**

Formulações Massa*	Aumento Volume (%)	Perda de sólidos Solúveis (g/100g)	Tempo de Cozimento ideal (min)	Textura (N)
FMP	89,13±1,42 <sup>a</sup>	3,72±0,32 <sup>ab</sup>	12,92±1,18 <sup>a</sup>	1,22±0,02 <sup>f</sup>
FM1	88,45±0,11 <sup>a</sup>	3,63±0,38 <sup>ab</sup>	11,24±0,27 <sup>ab</sup>	1,28±0,01 <sup>ef</sup>
FM2	84,37±1,45 <sup>a</sup>	4,74±1,10 <sup>a</sup>	8,74±0,55 <sup>c</sup>	1,34±0,01 <sup>e</sup>
FM3	87,40±0,63 <sup>a</sup>	4,75±0,75 <sup>a</sup>	9,30±0,17 <sup>bc</sup>	1,68±0,16 <sup>c</sup>
FM4	88,29±0,99 <sup>a</sup>	4,82±1,19 <sup>a</sup>	12,00±0,40 <sup>a</sup>	1,42±0,02 <sup>d</sup>
FM5	83,12±0,95 <sup>a</sup>	4,84±1,02 <sup>a</sup>	7,99±0,62 <sup>c</sup>	1,69±0,01 <sup>d</sup>
FM6	86,96±0,41 <sup>a</sup>	4,61±1,27 <sup>ab</sup>	8,63±0,67 <sup>c</sup>	1,96±0,03 <sup>b</sup>
FM7	88,12±0,65 <sup>a</sup>	2,52±0,57 <sup>ab</sup>	11,75±1,09 <sup>a</sup>	1,66±0,04 <sup>d</sup>
FM8	84,67±0,83 <sup>a</sup>	2,39±0,54 <sup>a</sup>	7,44±1,05 <sup>c</sup>	1,87±0,05 <sup>c</sup>
FM9	86,90±0,68 <sup>a</sup>	2,09±0,10 <sup>b</sup>	8,63±0,55 <sup>c</sup>	2,14±0,03 <sup>a</sup>

\*Os resultados são expressos como média ± desvio padrão (DP) (n = 3). Os valores na coluna com diferentes sobrescritos são significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) avaliados pelo teste Tukey.

\*FMP= formulação massa padrão, FM1 (10%), FM2 (20%), e FM3 (30%) com substituição parcial farinha de manga casca Bourbon, FM4 (10%), FM5 (20%) e FM6 (30%), farinha casca Haden e posteriormente FM7 (10%), FM8 (20%) e FM9 (30%) de farinha de casca Tommy Akins.

Mariusso (2008), trabalhando com massa fresca, observou valores para aumentos das massas variando entre 76,66% e 93,9%. De acordo com Costa (2001) o aumento de massa está relacionado à capacidade de adsorção de água das massas e dependem do formato do macarrão.

Os resultados mostrados na Tabela 5 indicam que perda de sólidos solúveis das massas com incremento das farinhas de casca de manga Bourbon, Haden e Tommy Atkins desenvolvida aumentaram em relação ao controle. Arara et al. (2018) relataram um aumento da perda de sólidos em macarrão suplementado com cogumelos devido à interação fraca de proteína e amido. Reddy Surasani et al. (2019) explicaram que o aumento da perda de cozimento do macarrão pode ser devido à diluição do glúten por uma proteína que dificulta a formação da rede de glúten e amido.

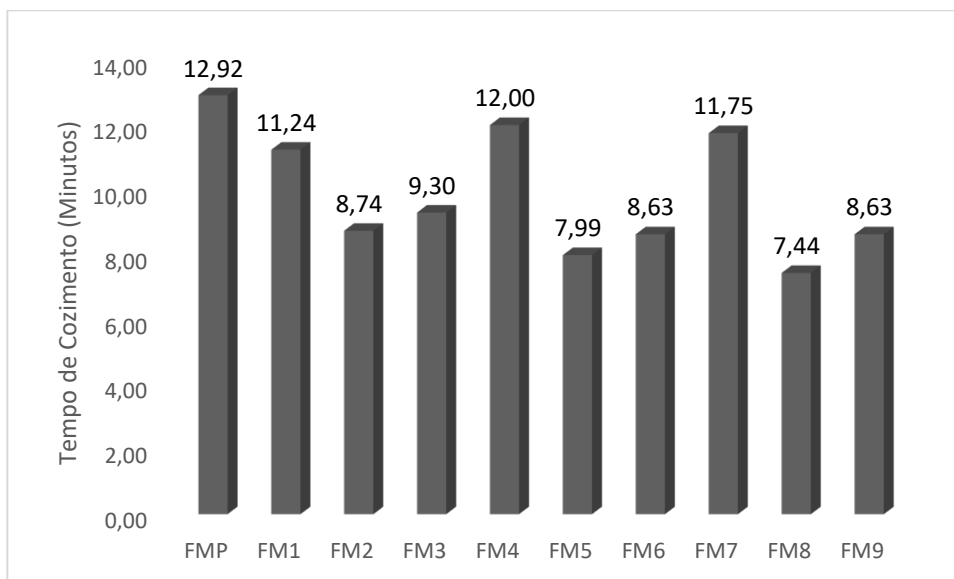
O percentual de perda de sólidos em água e o aumento de massa são dois fatores importantes, que influenciam a qualidade das massas alimentícias. Alto teor de perda de sólidos é uma característica indesejável e representa alta solubilidade do amido, resultando em turbidez na água de cozimento e baixa tolerância ao cozimento. Em contrapartida, baixo aumento de massa, indica baixa capacidade de absorção de água, resultando em macarrões mais duros e com qualidade inferior (BHATTACHARYA; ZEE; CORKE, 1999).

Observando a Tabela 5, houve um aumento significativo na firmeza quando a massa foi incorporada com as farinhas. A firmeza aumentou de 1,22 N na massa controle para 2,14 N na massa FM9. A massa controle, no tempo inicial, apresentou menor firmeza que os outros tipos de massas. Esse aumento pode estar relacionado com o teor de umidade, pois segundo Foschia et al. (2015), o menor teor de umidade é responsável pelo maior valor de firmeza da massa.

O desenvolvimento de parâmetros de textura é um ponto crítico para garantir a aceitação dos produtos pelo consumidor (DESAI; BRENNAN; BRENNAN, 2018). As propriedades de textura da massa são afetadas, principalmente, pela rede estrutural da matriz de amidos, glúten, pelas adições de proteína e outros ingredientes (CHANG; WU, 2008).

De acordo com Bornéu e Aguirre (2008) este parâmetro foi definido como o tempo de cozedura necessário para o “núcleo central da massa branca” desaparecer quando a massa foi espremida entre 2 pratos de vidro (2,5 cm × 2,5 cm). Para todas as amostras, o tempo ótimo de cozimento foi em torno de 8 a 12 minutos.

**Figura 4: Resultados médios de tempo de cozimento para as amostras analisadas**



Os valores de tempo de cozimento obtidos na avaliação das dez amostras variaram de 7,44 minutos a 12,92 minutos (massa padrão). Observou-se pequenas variações entre as amostras, sendo possível relacionar o tempo de cozimento com o aumento da porcentagem para ambas farinhas utilizadas. Por outro lado, pode-se notar que o tempo de cozimento diminuiu para a formulação de 20% para ambas massas alimentícias FM2, FM5 e FM8.

### **3.4 CONCLUSÃO**

No presente estudo, o efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca manga permitiu a obtenção de produtos com características tecnológicas adequados e melhor qualidade nutricional e funcional. A incorporação aumentou os teores de cinzas e fibra alimentar na massa. Ainda, o aumento da concentração de farinha levou ao aumento do tempo de cozimento e ao aumento da perda de sólidos solúveis na água de cozimento. A formulação com FM6 e FM9 foi a mais adequada frente aos resultados obtidos com as propriedades tecnológicas. Portanto, a farinha de casca de manga Bourbon, Haden e Tommy Atkins se mostrou como um potencial insumo para o desenvolvimento de novos produtos.

## REFERÊNCIAS

AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods**, 10th ed., St. Paul: AACC, 2000.

AOAC. **Association of official analytical chemists**. Official methods of analysis – AOAC International. 19th ed. Maryland, USA, 2012.

ARORA, B.; KAMAL, S.; SHARMA, V. P. Características nutricionais e de qualidade de macarrão instantâneo suplementado com cogumelo ostra (*P. ostreatus*). **Revista de processamento e conservação de alimentos**, v. 42, n. 2, pág. e13521, 2018.

BHATTACHARYA, K.; ZEE, S.Y.; CORKE, H. Physicochemical properties relates to quality of rice noodles. **Cereal Chemistry**, v.76, n. 6, p.861-867, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria n. 27 de 13 de janeiro de 1998. Dispõe sobre o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 93, 31 de outubro de 2000. Dispõe sobre o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de massa alimentícia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 nov. 2000.

BUSTOS, M. C.; PEREZ, G. T.; LEON, A. E. Combination of resistant tarches types II and IV with minimal amount of oat bran yields good quality, low glycemic index pasta. **International Journal of Food Science and Technology**, Christchurch, v.48, n. 2, p.309–315, 2013.

CAPPA, C.; ALAMPRESE, C. Brewer's spent grain valorization in fiber-enriched fresh egg pasta production: Modelling and optimization study. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.82, n.1, p.464-470, 2017.

CAVALCANTE NETO, A. A.; SOARES, J. P.; PEREIRA, C. T. M.; GOMES, M. S. S. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Utilização de Farinha de Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya* Sp.) no Preparo de Massa Alimentícia Fresca Tipo Talharim. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n.1, p. 105-115, 2016.

CHANG, H. C.; WU, L.C. Texture and quality properties of Chinese fresh egg noodles formulated with green seaweed (*Monostroma nitidum*) powder. **Journal of food science**, v.73, n. 8, 2008.

CHUSAK, C., CHANBUNYAWAT, P., CHUMNUMDUANG, P., CHANTARASINLAPIN, P., SUANTAWEE, T., & ADISAKWATTANA, S. Effect of gac fruit (*Momordica cochinchinensis*) powder on in vitro starch digestibility, nutritional quality, textural and sensory characteristics of pasta. **LWT-Food Science and Technology**, 118, 108856, 2020.

COELLO, K. E., PEÑAS, E., MARTINEZ-VILLALUENGA, C., CARTEA, M. E., VELASCO, P., FRIAS, J. Pasta products enriched with moringa sprout powder as nutritive dense foods with bioactive potential. **Food Chemistry**, v. 360, p. 130032, 2021.

COSTA, T. V. M; MOURA, C. M. A. de.; SOARES JR, M. S. **Qualidade tecnológica de massa alimentícia produzida a partir de farinhas de arroz (*Oryza sativa* L.) e linhaça (*linumusitatissimum* L.)**. XIX Seminário de Iniciação Científica da UFG – PIVIC, 2001.

C.Y. CHEOK, N. MOHD ADZAHAN, R. ABDUL RAHMAN, N.H. ZAINAL ABEDIN, N. HUSSAIN, R. SULAIMAN, G.H. CHONG. Current trends of tropical fruit waste utilization Critical. **Reviews in Food Science and Nutrition**, v.58, pp. 335-361, 2018.

FOGAGNOLI, G.; SERAVALLI, E. A. G. Aplicação de farinha de casca de maracujá em massa alimentícia fresca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, p. 204-212, 2014.

DESAI, A.; BRENNAN, M. A.; BRENNAN, C. S. The effect of semolina replacement with protein powder from fish (*Pseudophycis bachus*) on the physicochemical characteristics of pasta. **LWT-Food Science and Technology**, v. 89, p. 52-57, 2018.

FOSCHIA, M.; PERESSINI, D.; SENSIDONI, A.; BRENNAN, M. A.; BRENNAN, C. S. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta. **LWT-Food Science and Technology**, v. 61, n. 1, p. 41-46, 2015.

GARCIA-AMEZQUITA, V. TEJADA-ORTIGOZA, S.O. SERNA SALDIVAR, J. WELTI-CHANES. Dietary fiber concentrates from fruit and vegetable by-products: Processing, modification, and application as functional ingredients. **Food and Bioprocess Technology**, 11 pp. 1439-1463, 2018.

GARRIDO, G., RODEIRO, I., HERNÁNDEZ, I., GARCÍA, G., PÉREZ, G., MERINO, N., ... & DELGADO, R. In vivo acute toxicological studies of an antioxidant extract from *Mangifera indica* L. (*Vimang*). **Drug and Chemical Toxicology**, v. 32, n. 1, p. 53-58, 2009.

GRANITO, M.; TORRES, A.; GUERRA, M. Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y frijol. **Interciencia**, v. 28, n. 7, p. 372-379, 2003.

LAURICELLA, M., EMANUELE, S., CALVARUSO, G., GIULIANO, M., & D'ANNEO, A. Multifaceted health benefits of *Mangifera indica* L. (Mango): the inestimable value of orchards recently planted in Sicilian rural areas. **Nutrients**, v. 9, n. 5, p. 525, 2017.

MARIUSSO, A.C.B. **Estudo do enriquecimento de massas alimentícias com subprodutos agroindustriais visando o melhoramento funcional e tecnológico de massas frescas**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2008.

MENEGASSI, B.; LEONEL, M. Análise de qualidade de uma massa alimentícia mista de mandioca-salsa. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 2, n. 1, p.27-36, out. 2006.

NILUSHA, R. A. T., JAYASINGHE, J. M. J. K., PERERA, O. D. A. N., & PERERA, P. I. P. Development of pasta products with nonconventional ingredients and their effect on selected quality characteristics: A brief overview. **International Journal of Food Science**, v. 2019, 2019.

MORENO, J. de S. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies**. 82f. Tese de mestrado em Ciência de Alimentos. Universidade estadual do sudoeste da Bahia, p. 15-22. Itapetinga-BA, 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Manual das necessidades nutricionais humanas**. São Paulo: Atheneu, 2003

ORMENESE, R.C.S.C., et al. Influencia do uso de ovo líquido pasteurizado e ovo desidratado nas características da massa alimentícia. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.24, n.5, p.255-260, 2004.

ORMENESE, R. C. S. C. et al. Massas alimentícias não convencionais à base de arroz – perfil sensorial e aceitação pelo consumidor. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 4, n. 1, p.67-74, 2001.

PEREIRA, G. S., BRAGA, R. N., SOUZA, H. F., OLIVEIRA, M.L.P., LIMA, J.P., & VIEIRA, C.R. Análises físico-químicas e tecnológicas em massa alimentícia fresca incorporada de farinha de coquinho-azedo (*Butia capitata*). **Caderno Ciências Agrárias**, 9(3),01–05, 2017.

PHONGTHAI, S.; D'AMICO, S.; SCHOENLECHNER, R.; HOMTHAWORNCHOO, W.; RAWDKUEN, S. Effects of protein enrichment on the properties of rice flour-based gluten-free pasta. **LWT - Food Science and Technology**, Amsterdam, v.80, n. 1, p.378-385, 2017.

REINOSO, A. C. L.; R. R. DE SOUZA; M. A. G. CARNELOSSI; A. M. DA CONCEIÇÃO C. C. DE S. BERY; J. K. DE OLIVEIRA. Efeitos das temperaturas na conservação dos minerais em farinhas de cascas de mangas. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v.5; n.2; p.25 – 32, 2017.

REINHARD, W. D.; KHAN, K.; DICK, J. W.; HOLM, Y. Shelf-Life Stability of Spaghetti Fortified with Legumes Flours and Protein Concentrate. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 65, n. 4, p. 278-281, 1988.

RIBEIRO, T. H. S., Bolanho, B.C., Montanuci, F.D., Ruiz, S.P. Physicochemical and sensory characterization of gluten-free fresh pasta with addition of passion fruit peel flour. **Ciência Rural** 48(12):e20180518, 2018.

RYBKA, A. C. P., A. de S. LIMA, R. de C. M. R. NASSUR. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. Anais do evento. Enciclopédia biosfera. Centro Científico Conhecer, v.15 n.27; p. 12, 2018.

SANT'ANNA, V., CHRISTIANO, F. D. P., MARCZAK, L. D. F., TESSARO, I. C., & THYS, R. C. S. SANT'ANNA, Voltaire et al. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 58, n. 2, p. 497-501, 2014.

SILVA, M. L. T., BRINQUES, G. B., & GURAK, P. D. Use of sprouts byproduct flour for fresh pasta production. **Brazilian Journal of Food Technology**, 22, e2018063, 2019.

SURASANI, V. K. R., SINGH, A., GUPTA, A., & SHARMA, S. Functionality and cooking characteristics of pasta supplemented with protein isolate from pangas processing waste. **LWT**, v. 111, p. 443-448, 2019.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que utilização de substitutos da farinha de trigo visa não apenas fornecer produtos com propriedades físicas, bioativas e nutricionais aprimoradas, mas principalmente atender a alta demanda de consumidores intolerantes ao glúten.

A adição de farinha de casca e polpa de manga palmer em formulações de biscoitos cookies afetou positiva e significativamente o produto final, uma vez que apresentou níveis com alto teor de fibras e alto teor de compostos bioativos e atividade antioxidante. Além disso, a farinhas de casca e polpa com a substituição parcial do trigo por porcentagens de até 15% de farinha de casca ou de polpa de manga permite a obtenção de produtos com características tecnológicas e padrão microbiológico adequados.

A adição de farinha de casca de cultivares Bourbon, Haden e Tommy Atkins em formulações de massas alimentícia se mostrou uma alternativa para a utilização desse fruto em um novo produto, destacando seu potencial funcional além do aproveitamento de resíduos, como a casca.

Apesar de o presente trabalho ter alcançado resultados positivos com a agregação de valor na utilização de frutos desqualificados para o mercado, maiores investigações são necessárias a respeito das concentrações de compostos antinutricionais nas farinhas utilizadas com matéria prima base de novos produtos, estudo da aceitação dos consumidores no mercado, e utilização em novos produtos pães, bolos.



## REFERÊNCIAS

- ABBASI, A. M.; GUO, X.; FU, X.; ZHOU, L.; CHEN, Y.; ZHU, Y.; LIU, R. H. Comparative assessment of phenolic content and in vitro antioxidant capacity in the pulp and peel of mango cultivars. **International Journal of Molecular Sciences**, 16, 13507-13527, 2015.
- ARAUJO, L. F. et al. Utilização de subprodutos da manga como alimentos alternativos na dieta dos animais: revisão de literatura. **Revista Brasileira Nutri time**. v. 13. n.2. 2016.
- BATISTA, P. F. DE; LIMA, M. A. C. DA; TRINDADE, D. C. G.; ALVES, R. E. Quality of diferente tropical fruit cultivars produced in the lower basin of the São Francisco Valley. **Revista Ciencia Agronomica**, 46, (1), 176-184, 2015.
- Bertasso B.F. **O consumo alimentar dos brasileiros metropolitanos**. In: Silveira F.G, Servo L.M.S, Menezes T., Piola S.G (Org). Gasto e consumo das famílias brasileiras contemporâneas. Brasília: IPEA; 2006. p. 213-225.
- (FAO), Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. Gestão pós-colheita de manga para garantia de qualidade e segurança ( 2018 ). Data de acesso: 2 de janeiro de 2022 [www.fao.org/3/18239EN/i8239en.pdf](http://www.fao.org/3/18239EN/i8239en.pdf)
- FAOSTAT (2021) Organização para Agricultura e Alimentação, Nações Unidas. FAO Statistics, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. 2020, <http://faostat.fao.org/>. (Assessed on 6 April 2020)
- FLORÊNCIO, I. M.; SOUZA, M. R.S.; GONDIM, S. S. R.; CAVALCANTI, M. T.; FLORENTINO, E. R. Farinha do caroço da manga como ingrediente na elaboração de produtos de panificação. In: Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia UEPB, 1, **Anais...** Campina Grande, 2012.
- IBGE. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de recuperação automática – **SIDRA**. Retrieved from <http://www.sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 9 nov. 2021.
- LAWSON, T.; LYCETT, G. W.; ALI, A.; CHIN, C. F. Characterization of Southeast Asia mangoes (*Mangifera indica* L) according to their physicochemical attributes. **Scientia Horticulturae**, 243, 189-196, 2019.
- MENDES-FILHO, N. E.; CARVALHO, M. P.; SOUZA, J.M.T. Determinação de macronutrientes e nutrientes minerais da polpa da ( *Mangifera indica* L ).cv. Tommy Atkins. **Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 6 p. 22– 36, 2014.

RAMOS, S. A., DAS DORES PEREIRA, R., ANDRESSA, I., SCHMIELE, M., & AMARAL, T. N. Desenvolvimento de cookies com coprodutos de frutas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e5799108918-e5799108918, 2020.

RYBKA, A. C. P., A. de S. LIMA, R. de C. M. R. NASSUR. Caracterização da farinha da casca de diferentes cultivares de manga. Anais do evento. Enciclopédia biosfera. **Centro Científico Conhecer**, v.15 n.27; p. 12, 2018.

SANTOS, A. C. **Avaliação do uso da farinha de casca da manga Tommy Atkins na reologia da farinha de trigo e na aceitabilidade do pão de forma**. 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão-PR.

SOQUETTA, M. B., STEFANELLO, F. S., HUERTA, K. D. M., MONTEIRO, S. S., DA ROSA, C. S., & TERRA, N. N. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, 199, 471–478, 2016.

STORCK, C. R.; NUNES, G. L.; OLIVEIRA, B. B. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.3, p.537-543, 2013.

STRASBURG, V. J.; JAHNO, V. D. Sustentabilidade de cardápio: avaliação da pegada hídrica nas refeições de um restaurante universitário. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, p. 903-914, 2015.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ, J. H.; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q. BARBOSA, A. A.; SIALINO MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. C. O.; MORAES, G. H. K. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) VAR. Ubá. **Revista Alimentação Nutricional**, v.20, n.4, p.617-623, 2009.

