



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA  
ENG07053 - TRABALHO DE DIPLOMAÇÃO EM  
ENGENHARIA QUÍMICA



# Caracterização de Farinhas de Sementes de Mamão Papaia e Formosa

Trabalho de conclusão do curso apresentado para  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Química

*Autor: Henrique Fiegenbaum do Rosário*

*Orientadoras:*

*Profª Draª Aline Schilling Cassini*

*Profª Draª Júlia Ribeiro Sarkis*

Porto Alegre, 2019

**SUMÁRIO**

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	O Mamão	2
2.2	Sementes e Nutrientes Básicos	6
2.3	Antioxidantes	7
2.4	Compostos Fenólicos	9
2.5	Compostos Antinutricionais	11
2.5.1	Glucosinolatos	11
2.5.2	Fitatos	12
2.5.3	Taninos	13
3	MATERIAIS E METODOLOGIA	15
3.1	Teste Preliminar	15
3.2	Preparo das Farinhas	15
3.3	Teor de Umidade	16
3.4	Teor de Cinzas	17
3.5	Teor de Proteínas	18
3.5.1	Preparação da amostra e digestão ácida	18
3.5.2	Reação de neutralização e destilação	19
3.5.3	Titulação	19
3.6	Teor de Lipídios	20
3.7	Teor de Fibras Alimentares Totais	22
3.7.1	Digestão por enzimas	22
3.7.2	Análise do Teor de Proteínas	23
3.7.3	Análise do Teor de Cinzas	23
3.8	Teor de Compostos Fenólicos	24
3.8.1	Extração Qualitativa	25
3.8.2	Extração Quantitativa e Leitura	25
3.9	Análise Estatística	26
4	DISCUSSÃO E RESULTADOS	28
4.1.1	Umidade	28
4.1.2	Lipídios Totais	29
4.1.3	Proteínas	30
4.1.4	Fibras Alimentares	30
4.1.5	Cinzas	31
4.1.6	Carboidratos Digeríveis	32
4.1.7	Compostos Fenólicos	32
5	CONCLUSÕES	34
	REFERÊNCIAS	36
	ANEXO 1	42



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à minha família pelo incentivo a seguir em frente sempre. Agradeço especialmente aos meus pais Everson do Rosário e Marlise Fiegenbaum do Rosário, pelo amor e carinho incondicionais, além do suporte financeiro que tornou possível o começo dessa jornada de estudante e emocional que me ajudou a atravessar os obstáculos e barreiras corriqueiras do dia a dia.

Aos meus amigos, pelo compartilhamento dos dramas, desabafos e choradeiras tanto durante o dia quanto de madrugada, e que mesmo assim mantiveram palavras de apoio e incentivo durante todo o tempo. Especial agradecimento à amiga e nutricionista Gabriela Martini, pela contribuição na procura de dados relevantes e sugestões dadas na apresentação das informações.

Também aos colegas do laboratório de processamento de alimentos do LATEPA e do ICTA, professores e bolsistas, em especial aos colegas Carlos Henrique Pagno e Bruno Diniz Rocha Pechina, pela ajuda e explicação na realização dos experimentos.

Por fim, às minhas queridas orientadoras, Prof<sup>as</sup> Dr<sup>as</sup> Aline Schilling Cassini e Júlia Ribeiro Sarkis, pela orientação, amizade, apoio, sugestões, ensinamentos e ideias sem as quais não seria possível a concretização desse trabalho.

## RESUMO

O mamão (*Carica papaya* L.) é um dos frutos tropicais mais cultivados no Brasil, gerador de recursos e empregos diversos. Assim como outros frutos, sua casca e semente são subaproveitadas pela indústria de processamento de alimentos, sendo principalmente utilizadas como insumos para ração animal. Esses subprodutos são dotados de macronutrientes básicos essenciais para a alimentação humana (lipídios, proteínas, fibras alimentares e carboidratos) e de compostos naturais de alto valor agregado (vitamínicos e antioxidantes), que podem trazer uma série de benefícios na ingestão. Visando à minimização dos impactos decorrentes do desperdício de fontes de nutrientes na indústria de alimentos e à adoção de práticas sustentáveis que incitem o reaproveitamento de resíduos, neste trabalho foram determinadas a composição centesimal e o conteúdo de fenólicos totais das farinhas de sementes de mamão das duas variedades mais comercializadas no país (papaia e formosa). Os experimentos mostraram que a farinha de semente de mamão papaia possui, em média e em base engordurada, 2,73% de umidade, 61,73 de lipídios, 27,91% de proteína bruta, 18,1% de fibras alimentares, 7,99% de cinzas 492,55 mg EAG/100 g, bs de compostos fenólicos totais , enquanto que a farinha de semente de mamão formosa demonstrou conter, em média, 2,82% de umidade, 26,21% de lipídios, 26,92% de proteínas, 35,2% de fibras alimentares, 8,15% de cinzas, 0,7% de carboidratos digeríveis (por diferença) e 347,99 mg EAG/100 g, bs de compostos fenólicos totais. A análise do teor de fibras foi realizada com a amostra desengordurada (pré-requisito para proceder à análise) obtida após exaustão da farinha resultante da análise de lipídios. Uma análise comparativa permite inferir que existem diferenças significativas entre as sementes no que diz respeito aos teores de lipídios, fibras alimentares e compostos fenólicos totais presentes. Os teores estimados condizem em grande parte com os estimados pela literatura e se configuram superiores em alguns macronutrientes se comparados a frutas análogas, o que preconiza e alavanca a necessidade de maiores investigações acerca do potencial aproveitamento dessas sementes em grande escala.

Palavras-chave: mamão, sementes, nutrientes, fenólicos, caracterização, aproveitamento de subprodutos

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1:</b> Partes do Mamão Separadas em Casca, Semente e Polpa. ....	2
<b>Figura 2:</b> Flores presentes no mamoeiro. M: flor masculina, F: flor feminina, H: flor hermafrodita.....	4
<b>Figura 3:</b> Morfologia típica de mamões dos grupo a)solo e b)formosa. ....	4
<b>Figura 4:</b> Estruturas do licopeno (superior) e $\beta$ -caroteno (inferior). ....	9
<b>Figura 5:</b> Estrutura genérica dos flavonoides .....	10
<b>Figura 6:</b> Estrutura genérica de um glucosinolato (GSL) .....	11
<b>Figura 7:</b> Possíveis rearranjos estruturais formados após hidrólise de compostos glucosinolatos pela mirosinase.....	12
<b>Figura 8:</b> Ácido fítico na conformação de cadeiras (energeticamente mais estável) .....	13
<b>Figura 9:</b> Amostras de sementes de mamão acondicionadas em cápsulas de alumínio pré (esquerda) e pós secagem (direita). ....	16
<b>Figura 10:</b> Exemplificação da farinha antes (esquerda) e após (direita) incineração.....	18
<b>Figura 11</b> - Tubos de Kjeldahl com a solução ácida e indicador antes da reação com NaOH (direita) e após reação (esquerda). ....	19
<b>Figura 12:</b> Aparato experimental montado para extração da farinha.....	21
<b>Figura 13:</b> Amostras de farinha de mamão papaia (esquerda) e formosa (direita) após digestões enzimáticas.....	23
<b>Figura 14:</b> Perfil de colorações das 4 extrações de sementes de mamão papaia e formosa (em pares), após reação com reagente de Folin. ....	25
<b>Figura 15</b> - Determinação da perda de massa das sementes de mamão das variedades papaia (laranja) e formosa (azul) com o tempo. Dados realizados em triplicata.....	29
<b>Figura 16:</b> Curva de Calibração do Ácido Gálico .....	42

---

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Produção em toneladas e área de plantio em hectares de mamão no Brasil no ano de 2017 nos principais Estados brasileiros.....	3
<b>Tabela 2</b> - Percentuais dos nutrientes encontrados na literatura para as farinhas de sementes de mamão papaia e formosa .....	6
<b>Tabela 3</b> - Percentuais dos nutrientes encontrados no trabalho para as farinhas de sementes de mamão papaia e formosa.....	28
<b>Tabela 4</b> – Teor de fenólicos totais encontrados para as sementes de mamão papaia e formosa.....	32

## 1 INTRODUÇÃO

O mamão é uma das frutas tropicais mais produzidas no mundo, devido à grande facilidade de desenvolvimento e espalhamento do plantio em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, as condições climáticas aliadas às características do solo em determinadas regiões e tecnologias desenvolvidas favoreceram e consolidaram o país como um dos principais produtores, com frutos de excelente qualidade e grande aceitabilidade tanto nacionalmente como internacionalmente. Assim como outras frutas, o mamão é uma importante fonte de nutrientes e é rico em vitaminas e minerais.

O processamento de frutos pela indústria gera quantidade significativa de resíduos que são usualmente descartados, dentre eles o bagaço, a casca e a semente. Considerando as novas diretrizes globais no que diz respeito à implementação de políticas sustentáveis, o reaproveitamento de resíduos têm ganhado grande atenção no cenário mundial de produção. Logo, é plausível e têm ganhado cada vez mais espaço no mundo científico a realização de pesquisas que caracterizem os subprodutos mencionados a fim de verificar suas potenciais reutilizações como fontes nutricionais.

Pesquisas indicam que sementes de mamão são constituídas de minerais, carboidratos, lipídios, fibras e proteínas, além de possuir compostos fenólicos de grande interesse, uma vez que podem ser utilizados em uma infinidade de ramos na indústria moderna devido aos seus potenciais antioxidantes. No entanto, nas sementes também encontram-se presentes alguns compostos considerados tóxicos ou ainda indesejáveis para consumo ou utilização em cadeias de produção, de forma que especial atenção deve ser dada em uma possível reutilização desse material.

Nestes termos, o presente trabalho tem por **objetivo principal** a determinação da composição centesimal e o conteúdo de fenólicos totais encontrados nas sementes de mamão papaia e formosa após secagem e trituração para obtenção da farinha, para as variedades papaia e formosa, duas das mais produzidas e consumidas no Brasil. Para isso, foram determinados os seguintes teores das farinhas de sementes: umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras alimentares totais e compostos fenólicos presentes.



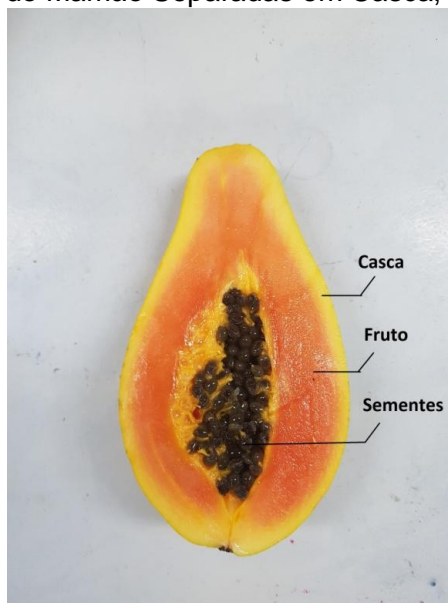
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente seção tem por objetivo apresentar uma revisão literária sobre os temas envolvidos nos estudos que compreendem o trabalho em questão, auxiliando na análise e compreensão do assunto. Serão abordados tópicos como o mamão, sementes de mamão, compostos maléficos presentes, antioxidantes e compostos fenólicos.

### 2.1 O Mamão

O mamoeiro, de nome científico genérico *Carica papaya L.*, é uma fruta tropical nativa da América Latina, típica de regiões tropicais e subtropicais, distribuída e conhecida pelo mundo inteiro (QUINTAL, 2009). Como diversos frutos, o mamão é composto de casca (ou epicarpo), semente (ou endocorpo) e o fruto em si (também chamado de polpa ou mesocorpo), conforme pode ser observado na Figura 1:

**Figura 1:** Partes do Mamão Separadas em Casca, Semente e Polpa.



Fonte : Autor (2019)

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor mundial de mamão, com mercado internacional em ampla expansão e com a maior parte do consumo da produção destinado ao mercado interno, sendo superado apenas pela Índia, responsável por 10,8% da produção mundial (MARIN; GOMES; SALGADO, 2018). No ano de 2017, 64% do mamão brasileiro foi produzido nos estados da Bahia e do Espírito Santo, os maiores produtores brasileiros, com um montante de 680 mil toneladas de mamão (IBGE, 2017). Minas Gerais, Ceará e Rio Grande do Norte também produzem quantidades significativas (EMBRAPA, 2000). A

Tabela 1 apresenta os quantitativos de produção de mamão referentes aos plantios nos estados brasileiros que mais o produzem.

**Tabela 1** - Produção em toneladas e área de plantio em hectares de mamão no Brasil no ano de 2017 nos principais Estados brasileiros.

<b>Estado</b>	<b>Produção (t)</b>	<b>Área de Colheita (ha)</b>
Bahia	368.875	9.045
Espírito Santo	311.150	6.118
Ceará	115.525	2.663
Rio Grande do Norte	86.342	1.847
Minas Gerais	43.556	1.346
<b>Total Brasil</b>	<b>1.057.101</b>	<b>26.714</b>

Fonte : IBGE (2017)

O plantio de mamão apresenta bom grau de desenvolvimento em regiões de alta umidade, solos levemente ácidos drenados e ricos em matéria orgânica, com faixa ótima de temperatura em 25 °C e limites entre 21 e 33 °C e umidade relativa do ar variando entre 60% e 85% (LITZ, 1984; NAKASONE, 1998). Algumas de suas características são a grande densidade de plantas, fácil espalhamento/propagação, produtividades elevadas durante o ano todo e renovação dos pomares (novos plantios) a cada 3 anos (EMBRAPA, 2000).

Em relação às flores que germinam nesse tipo de planta, podemos classificá-las em 3 categorias distintas: flores femininas (pistiladas), flores masculinas (estaminadas) ou hermafroditas. Essas flores encontram-se ilustradas na Figura 2. O estame é o órgão masculino das plantas responsável pela formação das flores, enquanto que o pistilo é o equivalente feminino do estame. A flor hermafrodita possui vários formatos, mas somente o formato alongada dessa flor gera frutos de valor comercial. Com base nas categorias das flores, a população pode ser distribuída de 3 formas diferentes: população dioica (árvores com flores masculinas e femininas separadamente), ginoica-andromonoica (árvores com flores femininas e hermafroditas) e andromonoica-trioica (árvores com todos os tipos de flores). No Brasil, assim como na maioria dos outros países, tem-se preferência pelo cultivo ginoico-andromonoico. (EMBRAPA, 2000).

**Figura 2:** Flores presentes no mamoeiro. M: flor masculina, F: flor feminina, H: flor hermafrodita

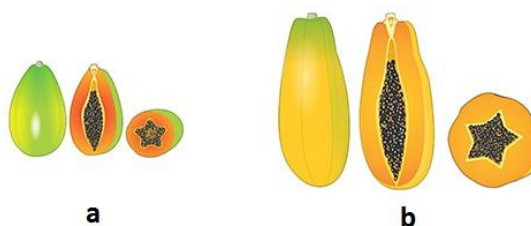


Fonte : EMBRAPA, 2000

O mamão possui importante função social na geração e distribuição de empregos. O plantio, colheita e comercialização constantes empregam cerca de 30 mil trabalhadores, o que é significativo no cenário nacional (EMBRAPA, 2013), sendo uma das principais atividades da fruticultura brasileira (QUINTAL, 2009). Como os pomares precisam ser renovados a cada 3 anos (conforme mencionado anteriormente), a obtenção dos frutos de maneira satisfatória carece de mão de obra.

No Brasil existem duas variedades principais de mamões (*Carica papaya*): as da variedade solo, conhecidas popularmente como mamão papaia (*Carica papaya* var. *solo*), e as do grupo formosa (*Carica papaya* var. *formosa*), também conhecidas como mamão formosa (EMBRAPA, 2009). A exemplo da Figura 3, é possível uma distinção visual entre as variedades abordadas.

**Figura 3:** Morfologia típica de mamões dos grupo a) solo e b) formosa.



FONTE : Adaptado de

<<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/mamao>>

As variedades do grupo solo são encontradas em maior abundância e seus frutos possuem massa variável de 350 a 600 g (EMBRAPA, 2013). Suas duas principais cultivares são a *Sunrise Solo* e a *Improved Sunrise Solo Line 72/12*, ambas provenientes do Havaí, sendo essa última geneticamente aperfeiçoada pela Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Encapa) (EMBRAPA, 2000). As do grupo formosa, por sua vez, são mais compridas e possuem maior diâmetro, com massas que se distribuem em uma faixa de 800 a 1100 g. A cultivar economicamente importante do grupo formosa é denominada *Tainung n° 1*, cujas sementes são híbridas (EMBRAPA, 2013). Mamões da variedade solo são mais sensíveis ao transporte e aos impactos, porém possuem qualidade superior às do formosa. Inclusive, as exigências internacionais adotadas para aceitação do mamão permitem somente a comercialização dos mamões da variedade solo, enquanto que os mamões formosas são comercializados somente no mercado interno (EMBRAPA, 2000).

O consumo do mamão ocorre mais comumente de maneira *in natura* (EMBRAPA, 2013). Entretanto, a polpa do fruto maduro é usada na indústria de alimentos para produção de conservas, geleias, sucos e néctares (SEBRAE, 2016). As perdas de mamão em países em desenvolvimento como o Brasil possuem faixas de variação entre 10% e 40% devido à refrigeração não adequada. Além disso, durante o processamento do mamão, 50% da fruta é descartada ao serem consideradas as sementes e as cascas (EI-AQUAR, 2013).

Segundo Krishna, Paridhavi e Patel (2008) e Hewajulige e Dhekney (2016), uma porção de 100 g de mamão contém 90,8 g de água; 7,2 g de carboidratos; 0,6 g de proteínas; 0,1 g de lipídios, além de vitaminas, minerais e outros compostos em menor quantidade. Podem haver variações dependendo da cultivar (variedade) de mamão em análise. Suas características nutricionais, aliadas à grande produtividade por planta e rápida maturação consagraram o cultivo do mamão como um dos maiores cultivos de frutas tropicais do mundo, sendo superado apenas pelo cultivo do abacaxi e da manga (SALINAS, 2019; BALLEEN; EVANS, 2012).

Tanto os produtos como os resíduos (casca e sementes), também chamados de subprodutos, possuem em sua composição substâncias de alto valor agregado, podendo ser fontes valiosas de matéria-prima para a produção de uma gama de produtos comestíveis, e, assim, diminuir o desperdício de alimentos

(RINALDI, 2010). Cascas e sementes de mamão são de grande interesse, podendo, por vezes, possuir maior valor nutritivo quando comparados à polpa (GONDIM et al., 2005). A má gestão desses resíduos e a falta de pesquisas na área comprovam a necessidade de serem investigadas as propriedades desses subprodutos (QUINTAL, 2009).

## 2.2 Sementes e Nutrientes Básicos

Há grande interesse em investigar o potencial uso de sementes de mamão como fonte de ingredientes para a indústria de alimentos e farmacêutica, devido às suas propriedades altamente nutritivas e farmacológicas (KRISHNA; PARIDHAVI; PATEL, 2008). Entretanto, essas sementes são totalmente descartadas ou usadas apenas para produção de ração animal e compostagem.

As sementes das frutas estão sendo foco de diversas pesquisas devido às suas propriedades nutritivas. Em sua composição, é possível encontrar compostos de alto valor agregado, como lipídios, carboidratos, proteínas, fibras e antioxidantes (CHIELLE, 2014). No caso do mamão, as sementes podem compor de 15 a 20% da massa do fruto ou até mais, com valores específicos a depender da variedade do mamão em análise (CHIELLE, 2014; ANWAR et al., 2019).

Conforme dados pesquisados, a farinha seca da semente de mamão possui a composição apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2** - Percentuais dos nutrientes encontrados na literatura para as farinhas de sementes de mamão papaia e formosa

Nutriente	1		2	3	4
	a	b	a	a	a
Umidade	6,20 ± 0,05	0,25 ± 0,04	7,20 ± 0	6,43 ± 0,12	6,20 ± 0,1
Lipídios	28,3 ± 1,04	0,17 ± 0,06	30,7 ± 0,7	29,16 ± 0,88	27,0 ± 2,2
Proteína Bruta	27,8 ± 0,04	44,4 ± 0,50	28,3 ± 0,8	25,63 ± 0,29	28,2 ± 0,0
Fibra Bruta	22,6 ± 0,12	31,8 ± 1,74	19,1 ± 0,2	-	21,8 ± 0,5
Cinzas	3,50 ± 0,36	4,48 ± 0,01	8,2 ± 0,1	8,27 ± 0,01	2,4 ± 0,6
Carboidratos Totais (por diferença)	11,67	-	25,6	30,51	25,6

Média das amostras ± Desvio padrão; a) Base úmida Engordurada; b) Base seca desengordurada; 1) Marfo, Oke e Afolabi (1986), variedade não informada; 2) Puangsri,

Abdulkarim e Ghazali (2005), variedade Batek-Batu (n = 3); 3) Malacrida, Kimura e Jorge (2011), variedade Formosa (n = 3); 4) Yanty et al. (2014), variedade Hong Kong-Sekati (n = 2)

Fonte : Food Chemistry (1986), Journal of Food Lipids (2005), Food Science Technology (2011), Journal of Oleo Science (2014)

Cabe ressaltar que os métodos utilizados para determinação dos percentuais de nutrientes na semente do mamão obedeceram rigorosamente aos procedimentos recomendados pela AOAC de forma a padronizar as análises e permitir a correta caracterização dos alimentos estudados.

Ao serem analisadas as pesquisas científicas realizadas que determinam a composição média da semente de um mamão, é possível observar que há determinada constância nos percentuais nutricionais encontrados na literatura. Após o processo de secagem e trituração das sementes, necessários a fim de obter-se a farinha das sementes para determinação de sua composição, observou-se que os valores situam-se na faixa dos 6-7% para umidade, 25-30% para lipídios (óleos) , 25-28% para proteínas brutas, 19-22% para fibras brutas, e 11-26 % para carboidratos (por diferença) (MARFO; OKE; AFOLABI, 1986; PUANGSRI; ABULKARIM; GHAZALI, 2005; MALACRIDA; KIMURA; JORGE, 2011; YANTY et al., 2014).

Além dos nutrientes básicos, também existem outros componentes em menor concentração, de alto valor agregado. Em grande maioria são benéficos à saúde e possuem alto interesse comercial, a exemplo dos compostos fenólicos e antioxidantes presentes, enquanto que outros são considerados indesejáveis e até prejudiciais por possuírem fatores antinutricionais. Uma descrição mais detalhada desses compostos será elaborada nos próximos itens do presente trabalho.

### **2.3 Antioxidantes**

Antioxidantes são moléculas que previnem ou retardam reações de oxidação tanto em organismos vivos, como na natureza, uma vez que fazem parte do final das cadeias de reações oxidativas. Reações de oxidação comumente formam radicais livres (no caso das oxidações internas em organismos são liberados átomos de oxigênio reativos), e esses radicais podem estar relacionados aos mecanismos envolvidos em diversas patologias como cânceres, doenças cardiovasculares, dentre outras (YANISHLIEVA; MARINOVA; POKORNY, 2006).

Eles atuam sequestrando os radicais livres, ou mesmo impedindo sua formação, ou ainda impedindo reações de oxidações de nutrientes a exemplo dos lipídios.

Devido à sua atuação na prevenção de algumas doenças, os antioxidantes têm ganhado cada vez mais atenção no mundo da ciência (OLIVEIRA et al., 2011). Além das propriedades de combate dos radicais livres, estudos indicam que os antioxidantes auxiliam no combate ao envelhecimento e inflamações. (NEHA et al., 2019). Essas propriedades dos antioxidantes lhe conferem alto valor e importância, e, cada vez mais, se tem investido na produção de substâncias ou alimentos com propriedades antioxidantes amplificadas.

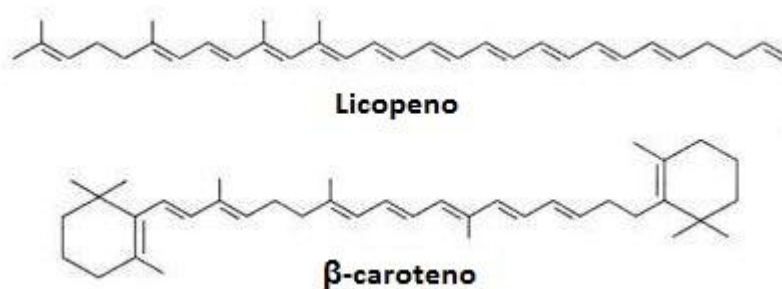
A indústria de alimentos já utiliza alguns antioxidantes sintéticos, a exemplo do butil-hidroxianisol (BHA) e o buti-hidroxitolueno (BHT) na produção de óleos e derivados lipídicos para aumento de vida útil dos produtos devido à prevenção ou retardo da oxidação lipídica. Além disso, as propriedades dos antioxidantes acima citadas também impulsionam a investigação no uso de antioxidantes em geral pela indústria farmacêutica objetivando a prevenção de doenças ou ainda o combate ao envelhecimento, com a preferência de utilização de antioxidantes naturais devido aos potenciais efeitos mutagênicos, carcinogênicos e cancerígenos conferidos a antioxidantes sintéticos (MELO; GUERRA, 2002; YILDIRIM; MAVI; KARA, 2001; ZHENG; WANG, 2001). Ainda, a complexidade e o custo da análise do efeito de antioxidantes sintéticos sugerem que testes mais extensos e mais capital são necessários para assegurar a segurança de seu uso para aplicação em alimentos.

Por isso, antioxidantes naturais têm sido cada vez mais atrativos devido ao interesse dos consumidores no que concerne à segurança na alimentação.

Frutas e hortaliças em geral são ricas em compostos antioxidantes. No caso do mamão, destacam-se a presença dos antioxidantes  $\beta$ -caroteno e licopeno, dois dos mais de 600 carotenoides existentes na natureza. Carotenoides são compostos naturais que atribuem propriedades visuais (coloração) aos alimentos e tem se tornado cada vez mais intensas as pesquisas envolvendo esses compostos devido à capacidade que muitos deles têm de se converterem em vitamina A *in vivo*, a exemplo do  $\beta$ -caroteno (Bao-Xing et al., 1993). Suas estruturas podem ser contempladas na Figura 4.

Pesquisas apontam que não há detecção de carotenoides no mamão verde (imaturo), a despeito do mamão maduro, que possui mais beta-caroteno (880 µg/100 g) do que outras frutas em geral (KRISHNA; PARIDHAVI; PATEL, 2008). Segundo Hewajulige e Dhekney (2016), o mamão possui 666 µg da substância em 100 g. Mélo et al. (2006), ao analisarem mamões das cultivares papaia e formosa comercializadas no Mercado Público de Recife – PE, determinaram teores de carotenoides totais correspondentes a 43,96 µg/g de mamão formosa (Papaya cv. “Formosa”) e 141,97 µg/g de mamão papaia (Papaya cv. “Hawaii”), o que indica que a concentração do composto varia com a variedade do mamão em análise. Ainda, para a semente de mamão, Marfo, Oke e Afolabi (1986) determinaram o teor de carotenoides no óleo da semente de mamão em 0,02 µg/g, valor consideravelmente baixo. Quanto ao licopeno, Suwanaruang (2016), ao realizar análise em diversos frutos comercializados em Kalasin (Tailândia), estimou um teor da substância presente no mamão em 45,3 mg/kg de fruto, o terceiro maior teor ao se analisarem tomates, melancias, jacas, bananas, uvas, laranjas e mamões.

**Figura 4:** Estruturas do licopeno (superior) e β-caroteno (inferior).



Fonte : Adaptado de < <http://www.biologydiscussion.com/genetics/biosynthesis-of-carotenoid-for-antioxidant-genetics/72048> >

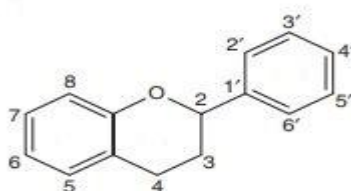
## 2.4 Compostos Fenólicos

Compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos em células vegetais que tem a característica de apresentar anéis aromáticos ligados a grupo hidroxila (fenóis). Essas substâncias podem variar de estruturas simples, de baixa massa molar, a estruturas complexas, de alta massa molar (IGNAT; VOLFF; POPA, 2011). Dentre os compostos fenólicos encontrados nos alimentos, os mais comuns incluem os ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e cumarinas (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004; MORAES; COLLA, 2006).



Apesar de serem pobres em carotenoides, as sementes de mamão apresentam um teor considerável de compostos fenólicos, que, por sua vez, também possuem atividade antioxidante. A capacidade antioxidativa dos fenólicos se dá devido às suas estruturas ideais para o sequestro dos radicais livres. Trata-se de compostos de 15 átomos de carbonos rearranjados em uma estrutura de dois anéis aromáticos ligados por uma ponte de 3 carbonos pertencentes a um terceiro anel (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006), conforme a Figura 5.

**Figura 5:** Estrutura genérica dos flavonoides



Fonte: Adaptado de Food Chemistry (2006)

Entre as diferentes classes de fenólicos, os flavonoides são os que mais possuem as características antioxidantes (CANTÍN; MORENO; GOGORCENA, 2009). Modificações no anel intermediário decorrentes de reações naturais como hidroxilação, metilação e acilação resultam nas 17 subclasses de flavonoides encontradas, sendo as principais delas flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas (SANTOS, 2005).

Oliveira et al. (2011), ao analisarem a polpa de mamão da variedade formosa, determinaram o teor de fenólicos em torno de 88 mg para 100 g de polpa. Sancho, Yahia e Gonzáles-Aguilar (2011) determinaram uma concentração de compostos fenólicos ainda maior em cascas de mamão Maradol, no valor de 190 mg para 100 g de casca.

Zhou et al. (2011), ao estudarem o teor de fenólicos totais presentes na farinha de semente de mamão utilizando etanol como solvente de extração, constataram os valores de  $1132,41 \pm 162,58$  mg EAG/100 g, bs de farinha. Ainda, Segundo Maisarah et al. (2013), farinhas de semente de mamão possuem teores de compostos fenólicos equivalentes a  $30,32 \pm 6,90$  mg EAG/100 g, bs. A grande

diferença dos valores descritos evidencia a sensibilidade do método, visto que o mesmo possui interferentes diversos .

## 2.5 Compostos Antinutricionais

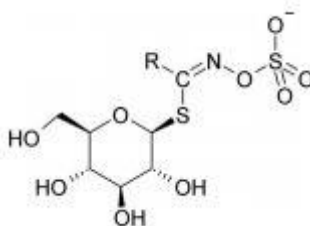
Assim como há compostos de interesse nas sementes, existem outros que não são bem aceitos, tóxicos ou que não produzem bons efeitos quando ingeridos, de forma que a potencial utilização da semente na indústria de alimentos depende previamente da eliminação desses compostos. Na farinha de semente de mamão estão presentes os glucosinolatos, os fitatos e os taninos (KRISTIANO; KURNIAWAN; SOETEDJO, 2018). Antinutrientes, por definição, são compostos que provocam a destruição ou impedem/dificultam a absorção, digestão e metabolização de outros nutrientes, ou ainda que diminuem suas disponibilidades (ARAÚJO, 2004).

Na farinha de semente de mamão estão presentes os glucosinolatos, os fitatos e os taninos (KRISTIANO; KURNIAWAN; SOETEDJO, 2018).

### 2.5.1 Glucosinolatos

Os glucosinolatos constituem um grande grupo de compostos bioativos que se constituem em metabólitos secundários produzidos em plantas. Trata-se de ânions, cuja estrutura química pode ser observada na Figura 6.

**Figura 6:** Estrutura genérica de um glucosinolato (GSL)



Fonte: Adaptado de Periodicum Biologorum (2008)

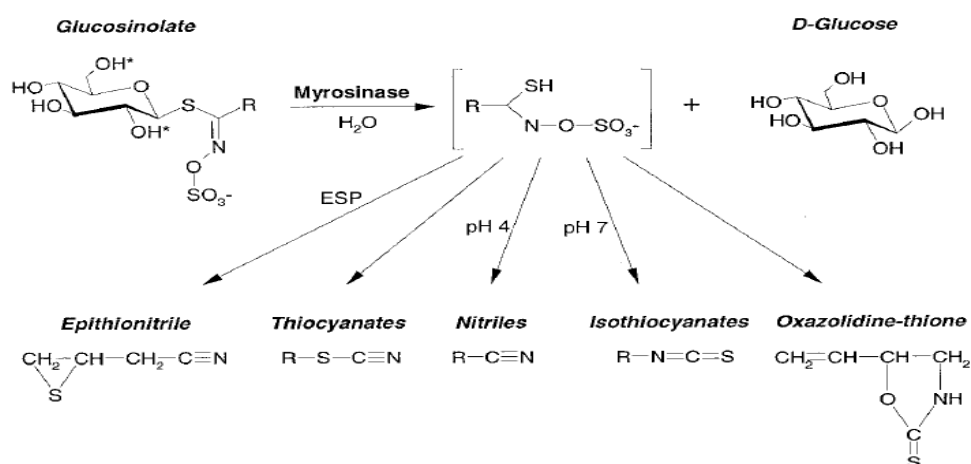
Quando presentes na célula vegetal, são compostos estáveis e considerados não tóxicos. No entanto, quando ocorre a ruptura celular (seja na mastigação, maceração, aquecimento ou ataque de insetos), é liberada uma enzima chamada  $\beta$ -tioglucosidase (também conhecida como mirosinase). Inicialmente, as enzimas estão em compartimentos separados dos que contém os tioglucosinolatos na célula, o contato entre as substâncias e a presença de água acarreta na hidrólise dos tioglucosídeos presentes em glicose e aglicona. Essa última molécula é

altamente instável, e pode se transformar em uma série de compostos considerados tóxicos conforme pode ser observado na

Figura 7. O composto final mais estável depende de condições extrínsecas (PRIETO; LÓPEZ; SIMAL-GANDARA, 2019).

O consumo dos compostos gerados pode causar inflamações e problemas goitrogênicos (debilidades na absorção de iodo, geralmente associado a problemas de hipertireoidismo). Outros efeitos colaterais constatados em sua ingestão em grandes quantidades incluem anormalidades no fígado e no rim, diminuição do crescimento e diminuição do desempenho reprodutivo (PRIETO; LÓPEZ; SIMAL-GANDARA, 2019).

**Figura 7:** Possíveis rearranjos estruturais formados após hidrólise de compostos glucosinolatos pela mirosinase.



Fonte: Adaptado de *Advances in Food and Nutrition Research* (2019)

Ettlinger e Hodgkins (1956) maceraram sementes de mamão e constataram que em presença de água ou solvente orgânico, a solução resultante continha benzil-isotiocianato, o produto da reação hidrolítica enzimática esperado para o benzilglucosinolato. Posteriormente, Marfo, Oke e Afolabi (1986) estimaram a carga total de glucosinolatos em farinha de sementes de mamão seca desengordurada em  $10 \pm 0,12\%$  (valor consideravelmente elevado).

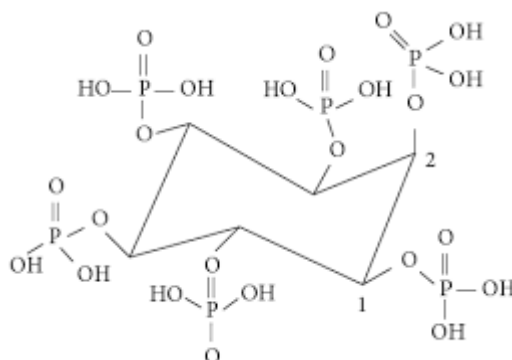
### 2.5.2 Fitatos

O ácido fítico, de nomenclatura IUPAC 1,2,3,4,5,6-hexa(dihidrogenofosfato) é o ácido responsável pela retenção de energia em células vegetativas, além de fósforo e outros cátions, responsáveis pela formação da parede celular (OOMAH;

BLANCHARD; BALASUBRAMANIAN, 2008). A Figura 8 ilustra sua estrutura molecular.

Os fitatos são considerados antinutrientes porque, naturalmente, são carregados de carga negativa e acabam atuando como sequestradores de cátions divalentes, a exemplo do ferro, devido à sua conformação e à atração de cargas negativas e positivas, formando, com esses íons, complexos solúveis altamente estáveis (QUIRRENBACH et al., 2009). Devido à essa estabilidade e efeito sequestrante, ele não é digerido e diminui a biodisponibilidade dos minerais divalentes. Além disso, atua como inibidor de enzimas digestivas como a pepsina, pancreatina e a amilase (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; TORREZAN, FRAZIER, CRISTIANINI, 2010).

**Figura 8:** Ácido fítico na conformação de cadeiras (energeticamente mais estável)



Fonte: Ciência e Tecnologia de Alimentos (2009)

Estudos na análise de farinha de semente de mamão seca desengordurada comprovaram teores de fitatos variando entre 1,97 e 3,04% (ADESUYI; IPINMOROTI, 2011; MARFO, OKE, AFOLABI, 1986), valores em torno de 20 vezes maiores que os máximos limites aceitáveis de fitatos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelos de Cereais (0,1%) (BRASIL, 2000).

### 2.5.3 Taninos

Os taninos são grupos polifenólicos encontrados naturalmente e amplamente distribuídos no reino vegetal. Também são considerados antinutrientes por formarem complexos (reversíveis) com macromoléculas como proteínas e amido, reduzindo o valor nutricional dos alimentos. Além disso, interferem na absorção de ferro, glicose e vitamina B12, participam das reações de escurecimento enzimático, atribuindo cores e sabores indesejáveis aos alimentos e danificam a

---

mucosa intestinal quando consumidos em altas concentrações (FILHO et al., 2017).

### **3 MATERIAIS E METODOLOGIA**

As análises realizadas e descritas nesse item (testes, preparo das farinhas, análises de composição centesimal e determinação de fenólicos totais) foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Processamento de Alimentos (LATEPA), à exceção da determinação da composição de fibras alimentares.

#### **3.1 Teste Preliminar**

Inicialmente foram obtidos um mamão de cada variedade (comprados em mercado local), um do grupo papaia e um do formosa. O mamão papaia possuía 500,9 g de massa, 17 cm de largura com 27,3 cm de diâmetro, enquanto que o mamão formosa possuía 957,75 g de massa, 27 cm de largura e 29,9 cm de diâmetro. Foram realizados cortes axiais nos frutos, a exemplo da Figura 1, e as sementes expostas foram retiradas, separadas por variedade e lavadas. Foi conduzido um experimento-teste, a fim de estimar o tempo de secagem necessário à obtenção da farinha de semente de mamão. Nesse experimento as sementes foram acondicionadas em cápsulas metálicas (três cápsulas com sementes de mamão papaia e outras três com sementes de mamão formosa) e medidas cerca de 5 g de semente por cápsula. As amostras foram submetidas à secagem em estufa a 105 °C (temperatura de secagem para obtenção das farinhas, conforme diretrizes da AOAC - Association of Official Analytical Chemistry) durante 8 h, sendo a cada 2 h pesadas.

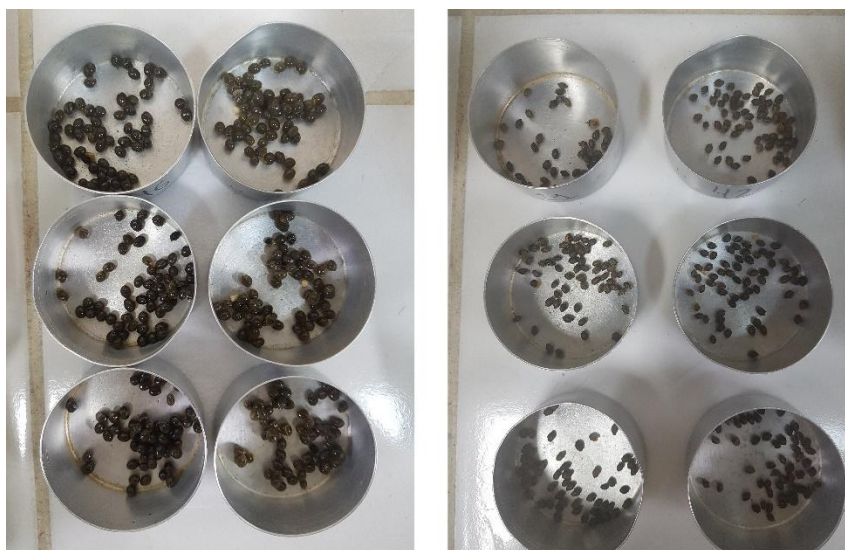
#### **3.2 Preparo das Farinhas**

Procedimento idêntico foi realizado com mamões da variedade solo e formosa comercializados em mercado da cidade de Porto Alegre, utilizando-se de um montante de 5,4 kg de mamão papaia e 11,2 kg de mamão formosa. A maior parte das sementes foi disposta em bandejas de alumínio e secas a 105 °C por toda a noite para posterior determinação dos teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras alimentares. O restante foi seco a 60 °C, também durante toda a noite, para posterior análise do teor de compostos fenólicos (maior temperatura de secagem poderia acarretar em degradação das substâncias de interesse). Após, triturou-se as sementes secas em processador de alimentos (Philips Walita 750 W) durante 20 min, obtendo-se assim a farinha de semente seca.

Cabe ressaltar que, conforme Resolução da Diretoria Colegiada nº 263 de 22/09/2005 da ANVISA, que contém as diretrizes da regulamentação técnica para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, o teor de umidade para farinhas deve ser menor que 15%, como é o caso das farinhas de semente do presente trabalho.

A Figura 9 ilustra a morfologia das sementes pré e pós-secagem.

**Figura 9:** Amostras de sementes de mamão acondicionadas em cápsulas de alumínio pré (esquerda) e pós-secagem (direita).



Fonte: Autor (2019)

### 3.3 Teor de Umidade

Após os processos de secagem e moagem da semente, obtendo-se assim a farinha de semente, ela ainda possui certo teor de água. Objetivando a determinação do teor de umidade da referida farinha, foi aplicado o método analítico de Secagem Direta em Estufa a 105 °C do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008), baseado na perda de massa do produto submetido ao aquecimento em estufa.

Por fim, calculou-se a umidade da farinha de semente de mamão através da seguinte equação:

$$\% \textit{Umidade} = \frac{(P - p) \times 100}{P} \quad (1)$$

P = massa da farinha úmida  
p = massa da farinha seca

As análises foram feitas em duplicata para semente de mamão papaia (*var. solo*) e em quadruplicata para semente de mamão formosa, uma vez que o desvio padrão da média observada para a duplicata da variedade formosa apresentou valor demasiadamente elevado.

### 3.4 Teor de Cinzas

Apesar de a maior parte dos compostos da semente de mamão serem formados por substâncias orgânicas, também fazem parte de sua composição substâncias inorgânicas, a exemplo dos metais (cálcio, ferro, magnésio, sódio), fósforo e enxofre (MARFO; OKE; AFOLABI, 1986). Por serem compostos que não degradam facilmente devido às suas propriedades térmicas, é possível quantificá-los na farinha expondo-a a elevadas temperaturas, onde ocorre a degradação de toda a matéria orgânica, mas não elevada o suficiente a ponto de degradar os compostos inorgânicos. Na presente farinha foi aplicado o método analítico de obtenção de cinzas, também do instituto Adolfo Lutz, por incineração (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008), baseado na perda de massa por degradação da matéria orgânica.

Nestes termos, cadinhos de porcelana foram previamente aquecidos em estufa por 2 h a 105 °C e então pesados. Foram dispostas, então, 1 g de farinha de semente nos cadinhos. Realizou-se a queima parcial das amostras em bico de Bunsen, até que atingissem o aspecto carbonizado, para posterior incineração em mufla a 550 °C até a obtenção de cinzas brancas, a exemplo da Figura 10. Calculou-se o teor de cinzas através da seguinte equação:

$$\% \text{ cinzas} = \frac{\text{Peso da cinza}}{\text{Peso da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

Os experimentos foram realizados em triplicata tanto para as sementes de mamão formosa quanto para as sementes de mamão papaia.



**Figura 10:** Exemplificação da farinha antes (esquerda) e após (direita) incineração

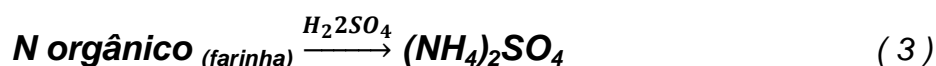
Fonte: Autor (2019)

### 3.5 Teor de Proteínas

A determinação do teor de proteínas das farinhas foi realizada baseando-se no método analítico de Kjeldahl, seguindo diretrizes contidas na metodologia da AOAC. O método de Kjeldahl consiste em determinar o teor de nitrogênio orgânico total de uma determinada amostra digerindo-a em meio ácido e convertendo esse nitrogênio em amônia  $[(NH_4)^+]$ , através de reação de neutralização. O íon é posteriormente separado por destilação e titulado com ácido a fim de quantificá-lo, utilizando-se de um fator de correção que permite encontrar o valor de proteína em termos de massa de amostra (farinha).

#### 3.5.1 Preparação da amostra e digestão ácida

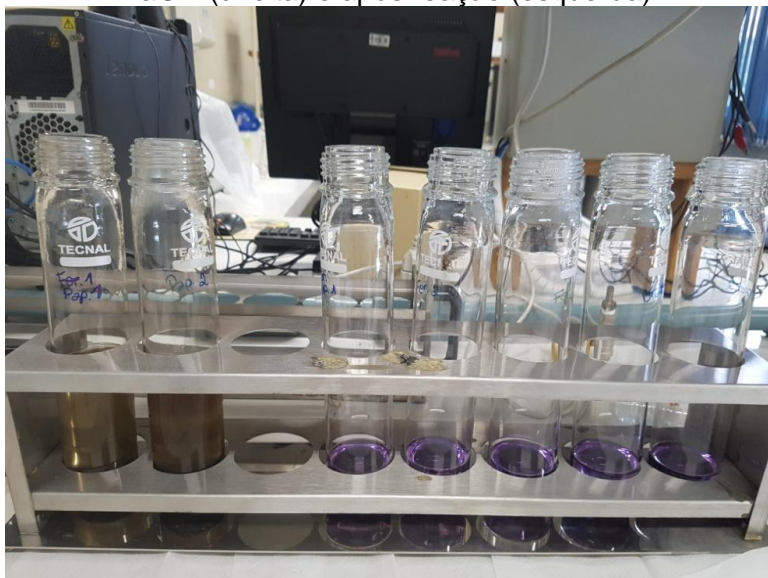
Inicialmente foram pesadas 0,5 g de farinha de semente por análise em papel-filtro, e os conjuntos amostra-papel foram dispostos em tubos Kjeldahl a exemplo da **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Para os brancos, em 2 tubos foram adicionados somente o papel filtro sem a farinha. Em cada tubo foram adicionados 5 g de mistura catalítica (proporção mássica 10:1 de sulfato de sódio anidro e sulfato de cobre, respectivamente) responsável pela aceleração da reação e 20 mL de ácido sulfúrico 98% (P.A.). A mistura foi aquecida em 400 °C, em bloco digestor (*scrubber*) durante 4 h até que a solução apresentasse coloração esverdeada, o que indica a completa destruição da matéria orgânica presente, conforme reação a seguir:



### 3.5.2 Reação de neutralização e destilação

Posteriormente os tubos foram submetidos à temperatura ambiente para resfriamento e foram acrescidos de 3 gotas de indicador Tashiro (mistura dos indicadores vermelho de metila e azul de metileno), atribuindo a coloração roxa à solução, conforme pode ser visualizado na Figura 11.

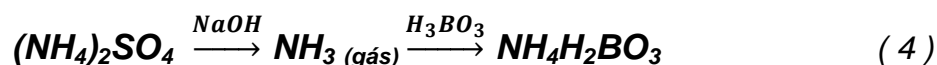
**Figura 11** - Tubos de Kjeldahl com a solução ácida e indicador antes da reação com NaOH (direita) e após reação (esquerda).



Fonte : Autor (2019)

Paralelamente, preparou-se em Erlenmeyers de 500 mL (1 para cada tubo) soluções compostas de 10 mL de água destilada, 15 mL de ácido bórico 4% em massa e 3 gotas do indicador Tashiro.

Então, no aparato de destilação misturou-se 80 mL de solução de NaOH 40% produzida com a resultante da digestão ácida. A solução resultante adquiriu coloração preta (Figura 12). O calor resultante da reação de neutralização desprende o produto da reação ( $\text{NH}_3$ ) na forma de gás. Nesta análise, o  $\text{NH}_3$  resultante percorre o aparato experimental e é resgatado no erlenmeyer anteriormente mencionado, onde reage com ácido bórico formando borato de amônio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{BO}_3$ ). A reação envolvida encontra-se a seguir:



### 3.5.3 Titulação

À medida que a amônia chega no erlenmeyer para reação com o ácido bórico, o volume de líquido no Erlenmeyer aumenta, e vai adquirindo coloração esverdeada. O erlenmeyer recebe o reagente por aproximadamente 10 min,

quando o volume interno é de aproximadamente 150 mL, quando toda a amônia desprendida da reação encontra-se presente na solução. Após atingir esse volume, os erlenmeyers foram titulados com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N para neutralização do NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub> até atingirem a coloração rósea devido à presença do indicador Tashiro. O volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 N gasto foi corrigido descontando-se o valor médio dos volumes gastos para as soluções provenientes dos tubos “brancos”.

O teor de proteína é, então, calculado através da seguinte equação:

$$\% \textit{proteína} = \frac{k \times V \times Fc \times Fa}{P} \quad (5)$$

$k$  = Constante adimensional equivalente à massa de nitrogênio na farinha de semente para 1mL de volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N titulado, correspondente a 0,0014;

$V$  = Volume de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1N gasto na titulação, corrigido com o volume gasto para os brancos;

$Fc$  = fator de correção para conversão do nitrogênio para proteína, que varia conforme o alimento analisado.

$Fa$  = fator de correção do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> titulado, adotado como 1,01.

$P$  = massa da farinha;

O fator de correção usado foi de 6,25 de acordo com Marfo, Oke, Afolabi (1986), Puangsri, Abdulkarim e Ghazali (2005), Malacrida, Kimura e Jorge (2011) e Yanty et al. (2014). Trata-se de um valor padrão para vários tipos de alimentos. As análises foram realizadas em triplicata para as sementes de mamão papaia e formosa.

### 3.6 Teor de Lipídios

Para determinação do teor de lipídios nas farinhas foi utilizado o método de extração direta em extrator Soxhlet (ZENEBO; PASCUET; TIGLEA, 2008). O processo de determinação de lipídios na farinha é gravimétrico e está baseado na perda de massa do material pelo arraste do óleo presente pelo solvente que percola a amostra, devido ao alto grau de dissolução do óleo pelo solvente.

Em balão volumétrico previamente aquecido a 105 °C para eliminação da umidade, foi colocado parte do éter de petróleo (solvente da extração) até atingir

metade da capacidade. O equipamento Soxhlet foi acoplado na parte superior do balão volumétrico e montado o sistema, conforme ilustrado na Figura 12. As farinhas foram pesadas (4 g), inseridas em papel filtro e colocadas dentro do equipamento.

A amostra de farinha foi lavada no extrator pelo despejo do restante do éter de petróleo no aparato até que se atingisse altura suficiente para que a primeira leva de solvente caísse no balão volumétrico, enchendo-o completamente. O tempo de extração foi de 4 h

Por fim, o solvente foi recuperado usando o próprio Soxhlet. O balão contendo os lipídios foi, então, disposto em estufa a 105 °C por 2 h a fim de eliminar éter de petróleo residual, e sua massa final registrada.

**Figura 12:** Aparato experimental montado para extração da farinha.



Fonte: Autor (2019)

O teor de lipídios totais da farinha foi calculado através da seguinte equação:

$$\% \text{ lipídios totais} = \frac{(\text{Massa do balão com gordura}) - (\text{Massa do balão seco})}{\text{Massa da amostra}} \times 100 \quad (6)$$

As análises foram realizadas em duplicata com farinhas de sementes de mamão papaia e sementes de mamão formosa. Todas as amostras exauridas foram utilizadas para análise do teor de fibra, ora restaram desengorduradas.

A farinha de semente desengordurada resultante da análise foi posta para secar inicialmente em capela e posteriormente em estufa em temperatura de 105 °C, para que pudesse ser utilizada na análise do teor de fibras alimentares (pré-requisito da amostra para implementação da análise de fibras).

### 3.7 Teor de Fibras Alimentares Totais

O conceito de fibras alimentares totais é definido como os compostos polissacarídicos (celulose) e lignina presentes resistentes à digestão humana. As análises de fibras alimentares foram realizadas em laboratório do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos (ICTA).

O método adotado nesta seção consiste de um método enzimático-gravimétrico modificado por Prosky et al. (1984) e adotado pela AOAC. Essa análise se dividiu em três fases: digestão por enzimas, análise de proteínas e análise de cinzas. O teor de fibras é calculado descontando as massas de proteína e cinzas da farinha da massa encontrada após digestão da amostra pelas enzimas do método 3.7.1.

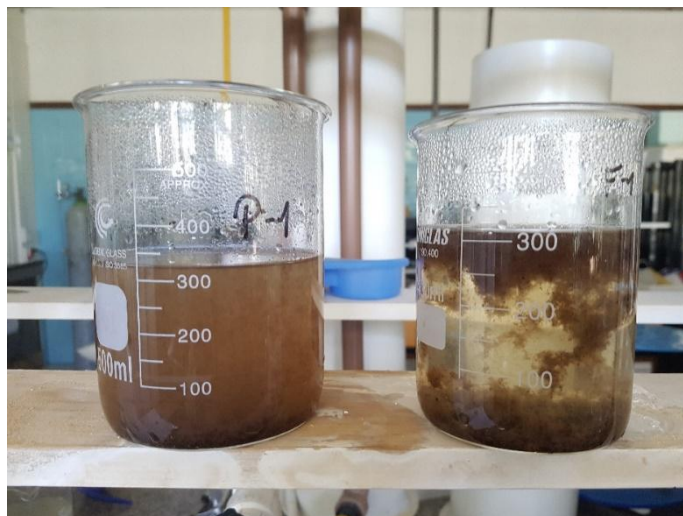
#### 3.7.1 Digestão por enzimas

Mediu-se 0,5 g de farinha desengordurada em 2 béqueres de 500 mL e adicionou-se 50 mL de tampão fosfato, afim de manter o pH da solução em 6. Foram adicionados 100 µL da enzima  $\alpha$ -amilase em cada um dos béqueres e deixados em banho-maria com agitação a 100 °C durante 0,5 h. As soluções resfriadas à temperatura ambiente tiveram seus valores de pH ajustadas para 7,5 adicionando-se NaOH 0,275 N com auxílio de medidor de pH.

Então adicionou-se 100 µL da enzima protease nos béqueres e estes foram colocados em banho-maria com agitação, a 60 °C, durante 0,5 h e resfriados à temperatura ambiente. Por fim, ajustou-se o pH para 4,3 utilizando-se de uma solução HCl 0,325 N e as soluções foram adicionadas de 100 µL de amiloglicosidase e deixadas em banho-maria com agitação a 60 °C durante 0,5 h. As soluções foram resfriadas e deixadas em repouso à temperatura ambiente durante 1 h, conforme mostrado na Figura 13.

As partes não solubilizadas (chamadas de resíduos, conforme equacionamento posterior) contendo as fibras alimentares foram filtradas a vácuo. Esses resíduos foram então lavados sucessivamente com 20 mL de álcool etílico 75%, 20 mL de álcool etílico 95% e 20 mL de acetona. Então, cadinhos contendo os resíduos foram aquecidos em estufa a 105 °C durante toda a noite e pesados. Os resíduos filtrados provenientes dos 2 béqueres anteriormente citados foram divididos cada um em um cadinho. Um dos cadinhos foi submetido à análise de proteínas e o outro foi submetido à análise de cinzas.

**Figura 13:** Amostras de farinha de mamão papaia (esquerda) e formosa (direita) após digestões enzimáticas..



Fonte : Autor (2019)

### 3.7.2 Análise do Teor de Proteínas

O método utilizado é o de Kjeldahl, semelhante à análise descrita no tópico 3.5. Como a proteína presente na farinha era apenas residual devido à anterior atuação da enzima protease, o calor da reação não era suficiente para gaseificação da amônia presente na análise, de forma a ser utilizado bico de Bunsen e tela de amianto para poder recolher a amônia no erlenmeyer de titulação. O volume de  $H_2SO_4$  0,1 N titulado foi convertido em termos de massa de proteínas utilizando-se a equação (6). Não foram utilizados “brancos” e o fator de correção do ácido titulado corresponde a 2,0335.

### 3.7.3 Análise do Teor de Cinzas

Para determinação do teor de cinzas presente no resíduo, foi adotado procedimento semelhante ao descrito no item 3.4 (aquecimento em mufla a 550 °C durante toda a noite), sem a pré-carbonização parcial. Como a massa do conjunto cadinho-resíduo já era conhecido, ela foi medida após incineração e descontada da massa inicial, de forma a obter a massa de cinzas. Ao retirar o cadinho da mufla, percebeu-se a coloração branca na farinha, característico de cinzas.

O cálculo do teor de fibras foi realizado através da seguinte equação:

$$\% \text{ fibras alimentares totais} = \frac{Mr - Mu - Mp - Mc}{Ma} \times 100 \quad (3)$$

$Mr$  = massa de resíduo após digestão enzimática;

$M_u$  = massa relativa à umidade da farinha (água presente na amostra inicial);

$M_p$  = massa de proteína presente na farinha encontrada após análise de Kjeldahl;

$M_c$  = massa referente às cinzas presentes na farinha;

$M_a$  = massa inicial da farinha.

As análises de fibras alimentares, em função dos custos envolvidos, foram realizadas em duplicata tanto para as sementes de mamão papaia como para o formosa. Cabe ressaltar que as enzimas, soluções tampão, ácido sulfúrico de titulação, soluções de etanol e acetona e a solução NaOH 40% utilizados nesse experimento restaram dispostos e padronizados no laboratório de experimento (ICTA), não sendo necessárias suas preparações. O pHmetro utilizado foi calibrado com soluções-padrão de pH 7 e pH 4. A massa relativa à umidade foi obtida adequando o teor de umidade determinada no item 3.3 às farinhas desengorduradas em questão.

### 3.8 Teor de Compostos Fenólicos

Por fim, foi também determinada a concentração de compostos fenólicos totais da farinha da semente de mamão através do método da colorimetria de Folin-Ciocalteu. Aprimorado por Singleton (1999) e posteriormente adotada pela AOAC como procedimento padrão para determinação de compostos fenólicos e ponifenólicos totais, se baseia em um reagente constituído de uma mistura de óxidos de tungstênio e molibdênio (reagente de Folin) que sofre redução química ao entrar em contato com substâncias fenólicas. Os produtos da reação adquirem a cor azulada e possuem alto grau de absorção de ondas eletromagnéticas com comprimento de onda ( $\lambda$ ) em 765 nm.

As amostras de análise se constituíram de farinhas de sementes de mamão papaia e formosa dessecadas a 60 °C de modo a não degradar os compostos fenólicos ali presentes. Foi realizada uma extração exaustiva para a caracterização.

Objetivando a percepção do número de extrações necessárias à exaustão da farinha com determinada massa, foi realizada uma extração qualitativa. Então, de posse dessas informações, para a solução final lida no espectrofotômetro foi realizada a extração quantitativa.

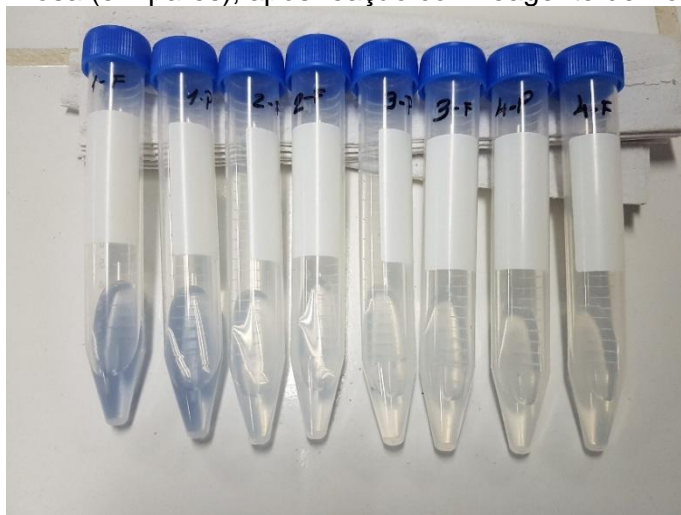


### 3.8.1 Extração Qualitativa

O procedimento de extração exaustiva se deu pela diluição de 0,1 g de farinha em 10 mL de etanol 40% em um tubo, com posterior agitação em agitador Vórtex durante 5 min para extrair os fenólicos ao seio da solução. Então a mistura resultante foi centrifugada em uma Centrífuga refrigerada (Cientec Modelo CT5000R) e o sobrenadante foi separado do precipitado com auxílio de uma pipeta Pasteur. O conteúdo de fenólicos totais foi monitorado no sobrenadante usando o seguinte meio reacional : 850  $\mu$ L de água. Então foram colocados 200  $\mu$ L desse sobrenadante em tubo paralelo, seguido de 100  $\mu$ L do reagente de Folin e 850  $\mu$ L de carbonato de sódio para realizar o teste de Folin e verificar visualmente o teor de fenólicos presentes através da intensidade da cor azul resultante.

O precipitado, então, foi lavado novamente com 10 mL de etanol e todo o procedimento novamente repetido, de forma que foram obtidas 4 extrações diferentes em 4 tubos contendo o sobrenadante dessas extrações reagidos com reagente de Folin para cada uma das amostras (farinhas de semente). Dessa maneira foi possível a obtenção de um perfil de colorações conforme observado na Figura 14.

**Figura 14:** Perfil de colorações das 4 extrações de sementes de mamão papaia e formosa (em pares), após reação com reagente de Folin.



Fonte : Autor (2019)

### 3.8.2 Extração Quantitativa e Leitura

Como percebeu-se que já na segunda extração quantitativa a concentração de fenólicos estava baixa (solução quase incolor), resolveu-se dobrar a quantidade de farinha inicial e fixar o número de extrações em 5 vezes.



Dessa maneira, 0,2 g de farinha foram diluídas em 10 mL de solução etanol 40% em massa dentro de um tubo e a solução foi deixada em agitação durante 5 min, de modo a ocorrer a efetiva extração dos componentes polares. Procedimento semelhante ao da extração qualitativa foi realizado, com a diferença de que os 5 extratos resultantes foram juntados em um único balão volumétrico com capacidade de 50 mL e completado o volume com solução de etanol 40% até atingir a marca do balão.

O balão foi agitado manualmente, 200  $\mu$ L da solução foram colocados em tubos falcon. Nesses tubos também foram adicionados 850  $\mu$ L de água deionizada, 100  $\mu$ L do reagente de Folin e 850  $\mu$ L de carbonato de sódio, totalizando-se 2000  $\mu$ L de solução nos tubos. Outros 2 tubos foram intitulados “brancos”, que são usados no espectrofotômetro para correção de interferências na leitura da absorbância. Após 1 h de reação, as soluções desses tubos foram despejadas em cubetas de poliestireno e então dispostas no espectrofotômetro para que fossem lidas suas absorbâncias. Ajustou-se o comprimento de onda do equipamento para 765 nm (pico de absorção dos compostos).

Para conversão dos resultados obtidos na leitura da absorbância (valores adimensionais entre 0 e 1) para concentração de compostos fenólicos, foi utilizada curva de calibração de ácido gálico previamente disponibilizada e apresentada no ANEXO 1 do presente trabalho, ou seja, foi realizada a interpolação da absorbância lida para que fosse possível estimar a concentração de compostos fenólicos totais presentes na solução lida em termos de concentração de ácido gálico equivalente. Curva de calibração utilizada :  $A = 0,0094C + 0,0379$ , onde A equivale à absorbância e C equivale à concentração de ácido gálico.

As análises foram realizadas em duplicata tanto para as sementes de mamão papaia quanto formosa.

### **3.9 Análise Estatística**

As composições centesimais obtidas dos componentes na farinha de sementes de mamão pelas análises realizadas no presente trabalho foram expressas como as médias entre as análises realizadas em duplicata ou triplicata.

As variações foram obtidas calculando-se o desvio padrão dos valores dos percentuais encontrados.

Para teste das diferenças significativas entre as análises, foi utilizado o método de análise de variâncias (ANOVA), com  $\alpha = 0,05$ .

## 4 DISCUSSÃO E RESULTADOS

Após remoção das sementes do fruto, constatou-se que a semente constituía cerca de 5,5% dos frutos da variedade papaia e 6% dos frutos da variedade formosa.

Os resultados encontrados para a caracterização da semente de mamão encontram-se discriminados na Tabela 3. Os constituintes analisados serão discutidos separadamente a seguir.

**Tabela 3** - Percentuais dos nutrientes encontrados no trabalho para as farinhas de sementes de mamão papaia e formosa.

Nutriente	Composição Centesimal Aproximada* (base úmida engordurada) (%)	
	Farinha de Semente de Mamão Papaia	Farinha de Semente de Mamão Formosa
Umidade	2,73 ± 0,15 <sup>a</sup>	2,82 ± 0,72 <sup>a</sup>
Lipídios	61,73 ± 2,68 <sup>a</sup>	26,21 ± 0,49 <sup>b</sup>
Proteína Bruta	27,91 ± 0,71 <sup>a</sup>	26,92 ± 1,52 <sup>a</sup>
Fibra Alimentar	18,1 ± 0,07 <sup>a</sup>	35,2 ± 3,06 <sup>b</sup>
Cinzas	7,99 ± 0,12 <sup>a</sup>	8,15 ± 0,63 <sup>a</sup>
Carboidratos Digeríveis (por diferença)	-	0,7

\*Média das análises ± DP. <sup>a-a)</sup> Diferença não-significativa entre as variedades; <sup>a-b)</sup> Diferença significativa entre as variedades

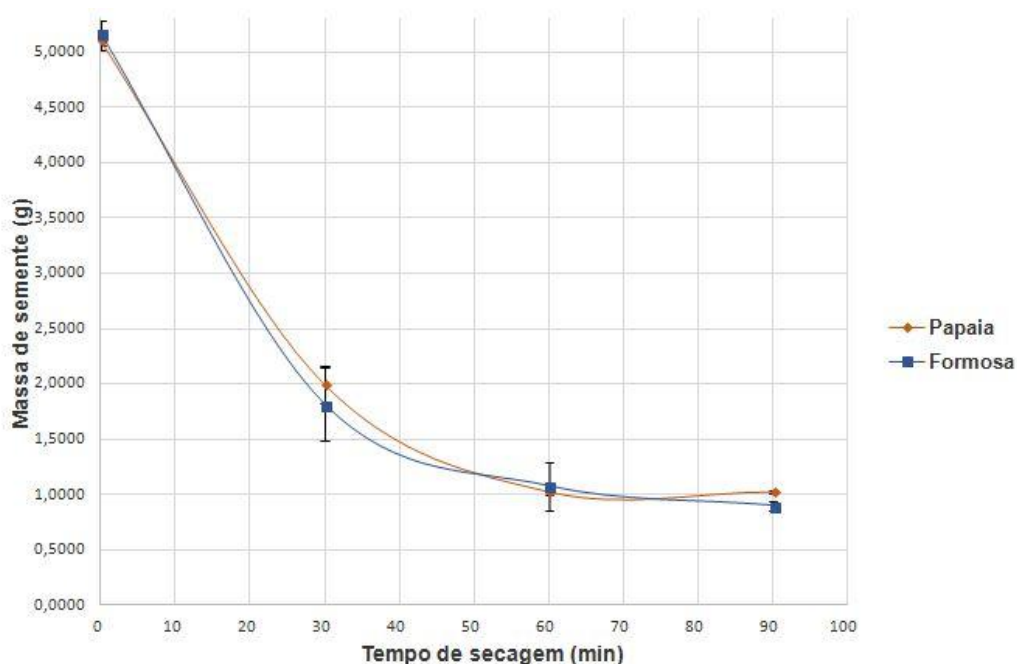
### 4.1.1 Umidade

Primeiramente, cumpre destacar que o maior constituinte das sementes de mamão *in natura* é a água, cujos teores encontrados após realização da curva secagem discriminada na Figura 15 variaram 83 a 84% para ambas as variedades. Verificou-se que a maior parte da água presente nas sementes foi eliminada em 1,5 h, o que permitiu estimar o tempo necessário à remoção da água necessária para obtenção da farinha de semente.

Em relação à farinha de semente de mamão, obtida no final da secagem após o processo de secagem supracitado, os teores de umidade encontrados foram relativamente menores quando comparados às farinhas de sementes de mamão encontrados na literatura, onde os percentuais variaram de 6,2% (YANTY et al.,

2014) a 7,2% (PUANGSRI; ABDULKARIM; GHAZALI, 2005) na farinha de semente de mamão. É importante frisar que os autores citados realizaram a secagem das sementes para obtenção da farinha à temperatura de 60 °C, diferentemente do procedimento adotado no presente trabalho, onde as sementes foram secadas a 105 °C conforme diretrizes da AOAC – razão mais provável pela qual os teores de umidades encontrados restaram inferiores.

**Figura 15** - Determinação da perda de massa das sementes de mamão das variedades papaia (laranja) e formosa (azul) com o tempo. Dados realizados em triplicata.



Fonte: Autor (2019)

Não foram detectadas diferenças significativas entre os teores de umidades das sementes da variedade papaia e formosa.

#### 4.1.2 Lipídios Totais

Quanto ao teor de lipídios totais, é possível observar uma similaridade entre os valores encontrados na literatura de 30,7%; 28,3%; 29,16% e 27% (MARFO; OKE; AFOLABI, 1986; PUANGSRI; ABDULKARIM; GHAZALI, 2005; MALACRIDA; KIMURA; JORGE, 2011; YANTY et al., 2014) e o valor determinado experimentalmente neste trabalho para as sementes de mamão da variedade formosa (26,21%). Os percentuais também são próximos dos teores de lipídios em farinhas de sementes de frutas como o melão (30,65%), melancia (26,50% a 27,83%) e maracujá (30,39%), maiores do que maçã (16,87% a

22,76%) e uva (8,16%). (MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2018; TABIRI et al., 2016; MALACRIDA; JORGE, 2012; BADA et al., 2014; SOUZA et al., 2014).

Quanto à semente de mamão papaia, o teor estimado (61,73%) não coincide com os dados literários, acarretando em diferença significativa entre as variedades estudadas. Uma nova análise do teor de lipídios em sementes de mamão papaia foi feita em momento posterior, porém o resultado encontrado foi ainda maior, sendo esse valor descartado para cálculo das médias e desvios correspondentes.

Cabe ressaltar que os teores de lipídios encontrados, maiores que os encontrados na semente de soja em base seca (20%) (LIU, 1997), evidenciam a potencial utilização da semente do óleo de mamão como fonte de óleos para consumo humano.

#### *4.1.3 Proteínas*

Os valores de proteínas totais estimadas nas sementes (27,91% - mamão papaia; 26,92% - mamão formosa) coincidiram com os valores encontrados na literatura em base úmida engordurada de 27,8% (MARFO; OKE; AFOLABI, 1986), 28,3% (PUANGSRI; ABULKARIM; GHAZALI, 2005), 29,16% (MALACRIDA; KIMURA; JORGE, 2011) e 28,2% (YANTY et al., 2014). Também houve constância de valores ao serem comparados os teores de proteína encontrados para a farinha da semente de mamão com a farinha de outros frutos, a exemplo das sementes de melão (27,41%) (MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2018). Esses teores são maiores do que os encontrados para as sementes de melancia (16,33 a 17,75%), uva (8,49%) ou maracujá (12,23%) (TABIRI et al., 2016; SOUZA et al., 2014; MALACRIDA; JORGE, 2012).

Os resultados quantitativos otimistas fornecem um indicativo de que podem haver vantagens ao serem extraídas as proteínas dessas sementes. Não foram encontradas diferenças significativas entre as variedades de semente estudadas.

#### *4.1.4 Fibras Alimentares*

A análise do teor de fibras alimentares, realizadas com farinhas desengorduradas e portanto encontradas em base desengordurada (45,20% para sementes de mamão papaia e 47,72% para sementes de mamão formosa) são ligeiramente maiores que os encontrados na literatura. Marfo, Oke e Afolabi (1986) estimaram o teor de 31,8% em base desengordurada. Em base

engordurada, os valores de fibras alimentares da semente de mamão papaia (18,1%) se aproximam dos 19,1% encontrados por Puangsri, Abdulkarim e Ghaazali (2005) e 21,8% encontrados por Yanty et al. (2014).

Comparando-se o teor de lipídio da farinha da sementes de mamão papaia determinado neste trabalho com a farinha de semente de melão (25,32%) (MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2018), é possível observar uma similaridade dos teores. Os teores são, porém, inferiores, quando comparados aos teores de fibras totais em outras sementes como melancia (39,09 a 43,28%) (TABIRI et al., 2016) e fibras alimentares em sementes de uva (46,17%) (SOUZA et al., 2014). Ainda assim, o percentual de fibras é considerável, evidenciando a possibilidade de utilização da farinha na preparação de alimentos. De fato, Santos (2015) utilizou a farinha mista de semente e casca de mamão como parte da farinha de matéria-prima para produção de pão e constatou aumento no teor de fibras alimentares nos pães elaborados.

Em base engordurada, os percentuais encontrados de teor de fibras alimentares apresentaram diferenças significativas, diferentemente dos resultados encontrados em base engordurada (45,20% de fibras alimentares para farinhas de sementes de mamão da variedade papaia e 47,72% para a variedade formosa). Isso porque após estimar os percentuais em base desengordurada, foi feita correção base engordurada utilizando-se dos teores de gordura encontrados no presente trabalho, o que explica o teor de fibras mais baixo encontrado para a semente de mamão papaia (maior teor de gordura) do que o formosa (menor teor de gordura).

#### 4.1.5 Cinzas

Os teores de cinzas estimados condizem com os valores da literatura, em torno de 8,2% segundo Puangsri, Abdulkarim e Ghazali (2005), Malacrida, Kimura e Jorge (2011) e Yanty et al. (2014). Ainda, esses percentuais são consideravelmente maiores quando comparados a outras frutas como o melão, com 4,83%, melancia, com teores variando de 2 a 3% e uva, com teores de 4,65% de cinzas (MALLEK-AYADI; BAHLOUL; KECHAOU, 2018; TABIRI et al., 2016; BADA et al., 2014), o que evidencia o potencial uso das sementes de mamão como opção de fonte mineral dentre sementes diversas. Não foram encontradas diferenças significativas para as variedades papaia e formosa.

#### 4.1.6 Carboidratos Digeríveis

São os compostos polissacarídeos que não são resistentes à digestão humana como são as fibras alimentares, a exemplo da glicose e do amido. O teor de carboidratos digeríveis é calculado por diferença.

Ao julgar pelas análises dos outros nutrientes, é possível prever que a semente de mamão possui um baixo teor carboidratos digeríveis (estimados 0,7% para as sementes de mamão formosa). Para a semente de mamão papaia, não foi possível estimar o percentual de carboidratos digeríveis por diferença, visto que a soma percentual dos outros componentes ultrapassou o limite de 100%.

#### 4.1.7 Compostos Fenólicos

Por fim, o teor de compostos fenólicos totais estimados nas farinhas encontram-se elencados na Tabela 4.

**Tabela 4** – Teor de fenólicos totais encontrados para as sementes de mamão papaia e formosa

Variedade da Semente de Mamão	Concentração de Fenólicos Totais* (mg EAG / 100 g, bs)
Papaia	492,55 ± 7,11 <sup>a</sup>
Formosa	347,99 ± 45,34 <sup>b</sup>

\*Média das análises ± Desvio Padrão. <sup>a-b</sup>) Diferença significativa entre as variedades

A concentração de compostos fenólicos totais em sementes de mamão papaia e formosa encontram-se dentro da faixa de valores reportados na literatura (30,32 ± 6,90 a 1132,41 ± 162,58 mg EAG/100 g, bs de semente) (MAISARAH et al., 2013; ZHOU et al., 2011). Os valores apresentaram diferença significativa, o que permite inferir no presente trabalho que o teor de fenólicos em sementes de mamão papaia é superior em comparação com o formosa.

As concentrações estimadas são maiores quando comparadas às sementes de melão, em que os valores variam de 69,77 a 111,65 mg EAG/100 g, bs a depender do tipo de solvente utilizado para extração dos compostos (ROLIM et al., 2018), limão, com teor de 158,8 mg EAG/100 g, bs (TABIRI et al., 2014), maracujá, com teor de 216 mg EAG/100 g, bs (ARAÚJO et al., 2018) e maçã, com teores variando entre 66,2 e 211,9 mg EAG/ 100g g, bs (VRHOVSEK et al., 2004). Porém, os valores obtidos são consideravelmente inferiores se comparados às sementes de melancia (1494 a 5416 mg EAG/100 g, bs) e uva

(1060 a 3270 mg EAG/100 g, bs) (TABIRI et al., 2014; WEIDNER et al., 2014). As comparações indicam a viabilidade de estudos do teor de fenólicos em sementes de mamão, dada sua concentração significativa.

Cabe ressaltar que os percentuais utilizados tanto para comparação entre sementes de diferentes frutas quanto as utilizadas para comparação com valores literários podem variar conforme a variedade, grau de maturidade da fruta que contém as sementes, localização geográfica e práticas agronômicas (SOUZA et al., 2009). Ainda, para comparação do teor de fenólicos, deve-se levar em conta o solvente utilizado na extração dos compostos, visto as diferenças de afinidade entre o solvente e o(s) soluto(s) de interesse.

Ainda, a sensibilidade dos métodos e a considerável variação de alguns dos teores encontrados evidenciam a necessidade de repetibilidade dos métodos, de forma a garantir a confiabilidade dos dados e verificar uma soma das médias que não ultrapasse os 100% (o que não aconteceu com as análises da variedade papaia).



## 5 CONCLUSÕES

As análises de composições centesimais apresentaram resultados satisfatórios, com altos teores de lipídios, proteínas, valores consideráveis de fibras alimentares e de fenólicos totais, quando comparados a outras sementes. Em grande parte, os teores das substâncias encontradas nas sementes de mamão pelas análises discriminadas condizeram com os pesquisados em literatura.

Os resultados evidenciam a possibilidade do processamento de sementes de mamão com potencial utilização do óleo, fibras alimentares e proteínas. No caso do óleo, são necessários maiores estudos a fim de verificar suas propriedades com maior detalhamento, a exemplo da caracterização/composição dos ácidos graxos presentes e grau de saturação. Essas informações podem viabilizar ou não seu uso para alimentação humana, uma vez que a demanda por óleos vegetais para preparação de produtos diversos é crescente.

É evidente a necessidade de realizar novas análises para teor de lipídios totais em farinhas de sementes de mamão papaia, uma vez que houve discrepância entre os valores encontrados e os esperados. De maneira análoga, estudos para investigação de qual tipo de solvente pode extrair o óleo com mais eficiência com menor custo de material também podem viabilizar a extração do óleo em escala comercial.

Paralelamente, também é de interesse o estudo mais aprofundado da etapa de secagem, com desenvolvimento de parâmetros que estimem as melhores condições de processo de forma que os compostos de interesse não degradem durante o processo, viabilizando suas posteriores obtenções. Tal definição ainda permitiria uma comparação mais precisa com outros valores literários, uma vez que os parâmetros e condições da operação de secagem seriam semelhantes em pesquisas diversas.

Na análise de cinzas, uma caracterização dos minerais presentes na cinza por espectrometria de absorção atômica nas farinhas de semente permitiria uma comparação entre as variedades estudadas e potenciais aplicações dos minerais mais concentrados na farinha da semente como fonte mineral.

Também é imprescindível para prosseguimento e desenvolvimento do presente trabalho a caracterização dos compostos fenólicos e carotenoides (licopeno e  $\beta$ -caroteno) presentes na semente. Concomitantemente, a investigação da capacidade antioxidante das sementes pode ser de grande interesse. Pesquisas mais aprofundadas na sua quantificação, qualificação e viabilidade de uso são recomendadas.

Por fim, maiores investigações sobre os componentes antinutricionais, (identificação, concentrações nas sementes e seus possíveis impactos no consumo) são de suma importância, bem como a verificação e desenvolvimento de metodologias que permitam removê-los, se necessário, sem danificar os outros constituintes da semente ou farinha de semente.

## REFERÊNCIAS

ANWAR M.; RASUL, M. G.; ASHWATH, N.; NABI, MD. N. **The potential of utilising papaya seed oil and stone fruit kernel oil as non-edible feedstock for biodiesel production in Australia - A review.** Energy Reports, v. 5, p. 280-297, 2019.

ARAÚJO, A. C. M. A.; MENEZES, E. G. T.; TERRA, A. W. C.; DIAS, B. O.; OLIVEIRA, E. R.; QUEIROZ, F. **Bioactive compounds and chemical composition of Brazilian Cerrado fruits' wastes: pequi almonds, murici, and sweet passionfruit seeds.** Food Science Technology, v. 38, n. 1, p. 203-214, 2018.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**, 3ª Edição, UFV, Viçosa, Minas Gerais, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 15th ed., Arlington, V.A.: AOAC, 1990.

BADA, J. C.; LÉON-CAMACHO, M.; COPOVI, P.; ALONSO, L. **Characterization of Apple Seed Oil with Denomination of Origin from Austrias, Spain.** Grasas Y Aceites, v. 65, n. 2, 2014.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. **Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses.** Food Chemistry, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BAO-XING, X.; JING-JING, W.; SHI-WEI, S.; WEI, S. GUANG-WEN, S.; YAN-WEI, H.; HOU-CHENG, L. **Supplemental blue and red light promote lycopene synthesis in tomato fruits.** Journal of Integrative Agriculture, v. 18, n. 3, p. 590-598, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 53, 15 de junho de 2000. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelo de Cereais.** Diário Oficial da União, Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada n. 263, 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos.** Diário Oficial da União, Brasília, 2005.

CANTÍN, C. M.; MORENO, M. A.; GOGORCENA, Y. **Evaluation of the antioxidant capacity, phenolic compounds, and vitamin C content of different peach and nectarine [*Prunus persica* (L.) Batsch] breeding progenies**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 57, n. 11, p. 4586-4592, 2009.

CHIELLE, D.P. **Estudo da Secagem de Semente de Mamão Papaya (*Carica Papaya* L.) em Secador Convectivo Horizontal e Leito de Jorro e a Influência na Extração do Óleo**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos) - Centro Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**, 4ª Edição, Porto Alegre, 2010.

DANTAS, J. L. L.; JUNGHANS, D. T.; LIMA, J. F. **Mamão: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. EMBRAPA, 2ª ed, p. 13-19, 2013.

EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. **Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 23, n. 1, p. 69-75, 2003.

EMBRAPA. **A Cultura do Mamão**. 3ª Edição, Brasília, 2009.

EMBRAPA. **Mamão. Produção: Aspectos técnicos**. Frutas do Brasil 3, 1ª Edição, Brasília-DF, 2000.

ETTLINGER, M. G.; HODGKINS, J. E. **The mustard oil of papaya seed**. The Journal of Organic Chemistry, v. 21, p. 204-205, 1956.

EVANS, E. A.; BALLEEN, F. H. **Una Mirada a La Producción, El Comercio Y El Consumo De Papaya a Nivel Mundial**. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2012.

FILHO, A. M. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S.; SANT'ANA, H. M. P.; CHAVES, J. B. P.; COIMBRA, J. S. R. **Quinoa: Nutritional, functional, and antinutritional aspects**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 57, n.8, p. 1618-1630, 2017.

GARIMA G. Biosynthesis of Carotenoid for Antioxidant. Blog.

<http://www.biologydiscussion.com/genetics/biosynthesis-of-carotenoid-for-antioxidant-genetics/72048> , acesso em 01/05/2019.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, V. F.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.4, p.825-827, 2005.

HEWAJULIGE, I. G. N; DHEKNEY, S. A. **Papayas**. Encyclopedia of Food and Health, p. 209-212, 2016.

Hortipedia : Guia de Informações Sobre Produtos. Mamão

<http://www.hortiescolha.com.br/hortipedia/produto/mamao>, acesso em 10/04/2019.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal** (Mamão) - 2017. <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>-Tabela 1613 (Lavouras Permanentes), acesso em 04/04/2019.

IGNAT, J.; VOLF, I.; POPA, V. I. A. **A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables**. Food Chemistry, v. 126, n. 4, p. 1829-1835, 2011.

KRISHNA K. L.; PARIDHAVI, L.; PATEL, J. A. **Review on nutritional, medicinal and pharmacological properties of Papaya (Carica papaya Linn)**. Natural Product Radiance, v. 7, n. 4, p. 364-373, 2008.

KRISTIANTO, H.; KURNIAWAN, M. A.; SOETEDJO, J. N.M. **Utilization of Papaya Seeds as Natural Coagulant for Synthetic Textile Coloring Agent Wastewater Treatment**. International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology, v. 8, n. 5, p. 2071-2077, 2018.

LITZ, R. E.; SHARP W. R.; EVANS D. A.; AMMIRATO, V.; YAMADA, Y. **Papaya. Handbook of plant cell culture**, New York, MacMillan, v.2, p. 349-368, 1984

LIU, K. Chemistry and Nutritional Value of Soybean Components. *In: Soybeans*. Boston, Springer US, 1997.

MAISARAH, A. M.; AMIRA, N. B.; ASMAH, R.; FAUZIAH, O. **Antioxidant Analysis of Different Parts of Carica Papaya**. International Food Research Journal, v. 20, n. 3, p. 1043-1048, 2013.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. **Yellow passion fruit seed oil (Passiflora edulis f. flavicarpa) : physical and chemical characteristics**. Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 55, n. 1, p. 127-134, 2012.

MALACRIDA, C. R.; KIMURA, M.; JORGE, N. **Characterization of a high oleic oil extracted from papaya (Carica papaya L.) seeds**. Food Science and Technology, v. 31, n.4, p. 929-934, 2011.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. **Chemical composition and bioactive compounds of Cucumis melo L. seeds: Potential source for new trends of plant oils**. Process Safety and Environmental Protection, v. 133, p. 68-77, 2018.

MARFO E.K.; Oke O.L.; Afolabi O.A. **Chemical Composition Of Papaya (Carica Papaya) seeds**. Food Chemistry, v.22, n.4, p. 259-266, 1986.

MARIN, S. L.; GOMES, J. A.; SALGADO, J.S. **A Cultura do Mamoeiro: Tecnologias de Produção**. VII Simpósio do Papaya Brasileiro (Minicurso), Vitória, 2018.

MÉLO, E. A.; de LIMA, V. L. A. G.; MACIEL, M. I. S.; CAETANO, A. C. S.; LEAL, F. L. L. **Polyphenol, Ascorbic acid and Total Carotenoid Contents in Common**

**Fruits and Vegetables.** Brazilian Journal of Food Technology v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. **Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos.** Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, v. 36, n. 1, p.1-11, 2002.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. **Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde.** Revista Eletrônica de Farmácia, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

NAKASONE, H. Y.; Paull, R.E. **Papaya. Tropical Fruits.**CAB International, Wallingford, Oxon, UK, p. 239 - 269, 1998.

NEHA, K.; HAIDER, M. R.; PATHAK, A.; YAR, M. S. **Medicinal prospects of antioxidants : A review.** European Journal of Medicinal Chemistry, v. 178, p. 687-704, 2019.

OLIVEIRA, D. S. et al **Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais.** Acta Scientiarum. Health Sciences, Maringá, v. 33, n. 1, p. 89-98, 2011.

OOMAH, B. D.; BLANCHARD, C.; BALASUBRAMANIAN, P. **Phytic acid, phytase, minerals, and antioxidant activity in Canadian dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 56, p. 11312-11319, 2008.

PRIETO, M. A.; LÓPEZ, C. J.; SIMAL-GANDARA, J. **Glucosinolates: Molecular structure, breakdown, genetic, bioavailability, properties and healthy and adverse effects.** Advances in Food and Nutrition Research, v. 87, p. 2-46, 2019.

PUANGSRI, T.; ABDULKARIM, S. M.; GHAZALI, H. M. **Properties of *Carica papaya* L. (papaya) seed oil following extractions using solvent and aqueous enzymatic methods.** Journal of Food Lipids, v. 12, n. 1, p. 62-76, 2005.

QUINTAL, S. S. R. **Caracterização e avaliação de um banco de germoplasma de mamoeiro para estudo dos parâmetros genéticos e diversidades genéticas.** Tese (Programa de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes, 2009.

QUIRRENBACH, H. R.; KANUMFRE, F.; ROSSO, N. D.; FILHO, M. A. C. **Comportamento do ácido fítico na presença de Ferro(II) e Ferro(III).** Ciência e Tecnologia dos Alimentos, v. 29, n. 1, p. 24-32, 2009.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de Alimentos.** Blucher, 1ª Ed., Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 2004.

RINALDI, M. M.; LIMA, T. A.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização Física de Frutos de Mamão e Química de Cascas e Sementes.** EMBRAPA, p. 7-10, Planaltina, 2010 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 263).

ROLIM, P. M.; FIDELIS, G. P.; PADILHA, C. E. A.; SANTOS, E. S.; ROCHA, H. A. O.; MACEDO, G. R. **Phenolic profile and antioxidant activity from peels and seeds of melon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus*) and their antiproliferative effects in cancer cells**. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 51, n. 4, 2018.

SALINAS, I.; HUESO, J. J.; CUEVAS, J. **Fruit growth model, thermal requirements and fruit size determinants in papaya cultivars grown under subtropical conditions**. Scientia Horticulturae, v. 246, p. 1022-1027, 2019.

SANCHO, L. E. G. G.; YAHIA, E. M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. **Identification and quantification of phenols, carotenoids, and vitamin C from papaya (*Carica papaya* L., cv. Maradol) fruit determined by HPLC-DAD-MS/MS-ESI**. Food Research International, v. 44, n. 5, p. 1284-1291, 2011.

SANTOS, C. M. **Caracterização e Utilização dos Subprodutos do Mamão (*Carica papaya* L.)** Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Agroquímica) – Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2015.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent**. Meth Enzymol, 299, p. 152-178, 1999.

SOUSA, E. C.; UCHÔA-THOMAZ, A. M. A.; CARIOCA, J. O. B.; MORAIS, S. M.; LIMA, A.; MARTINS, C. G.; ALEXANDRINO, C. D.; FERREIRA, P. A. T.; RODRIGUES, A. L. M.; RODRIGUES, S. P.; SILVA, J. N.; RODRIGUES, L. L. **Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil**. Food Science Technology, v. 34, n. 1, p. 135-142, 2014.

SOUZA, L. C.; ZANON, G. D. Z.; PEDROSO, F. F.; ANDRADE, L. H. L. **Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes**. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 6, p. 1586-1593, 2009

SUWANARUANG, T. **Analyzing Lycopene Content in Fruits**. Agriculture and Agricultural Science Procedia, v. 11, p. 46-48, 2016.

TABIRI, B.; AGBENORHEVI, J. K.; WIREKO-MANU, D. W.; OMPOUMA, E. I. **Watermelon Seeds as Food : Nutrient Composition, Phytochemicals and Antioxidant Activity**. International Journal Of Nutrition and Food Sciences, v. 5, n. 2, p. 139-144, 2016.

TORREZAN, R.; FRAZIER, R. A.; CRISTIANINI, M. **Efeito do tratamento sob alta pressão isostática sobre os teores de fitato e inibidor de tripsina de soja**. Boletim CEPPA, v. 28, n. 2, p. 179-186, 2010.

VRHOVSEK, U.; RIGO, A.; TONON, D.; MATTIVI, F. **Quantification of polyphenols in different apple varieties**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 52, n. 21, p. 6532-6538, 2004.

WATERHOUSE, A. L. **“Determination of Total Phenolics,” Current**

**Protocols in Food Analytical Chemistry**, v. 6, p. 11-18, 2002.

WEIDNER, S.; POWALKA, A.; KARAMEĆ, M.; AMAROWICZ, R. **Extracts of Phenolic Compounds from Seeds of Three Wild Grapevines - Comparison of Their Antioxidant Activities and the Content of Phenolic Compounds**. International Journal of Molecular Sciences, v. 13, n. 3, p. 3444-3457, 2012.

YANISHLIEVA, N. V.; MARINOVA, E.; POKORNY, J. **Natural oxidants from herbs and spices**. European Journal of Lipid Science and Technology, v. 108, n.9, p.776-793, 2006.

YANTY, N. A. M.; MARIKKAR, J. M. N.; NUSANTORO, B. P.; LONG, K.; GHAZALI, H. M. **Physico-chemical Characteristics of Papaya (*Carica papaya* L.) Seed Oil of the Hong Kong/Sekaki Variety**. Journal of oleo Science, v. 63, n.9, p. 885-892, 2014.

YILDIRIM, A.; MAVI, A.; KARA, A. A. **Determination of antioxidant and antimicrobial activities of *Rumex crispus* L. extracts**. Journal of Agriculture and Food Chemistry, v.49, n. 8, p. 4083-4089, 2001.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4<sup>a</sup> Ed., Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 2008.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. **Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs**. Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 49, n. 11, p. 5165-5170, 2001.

ZHOU, K.; WANG, H.; MEI, W.; LI, X.; LUO, Y.; DAI, H. **Antioxidant Activity of Papaya Seed Extracts**. Molecules, v. 16, n. 8, p. 6179–6192, 2011.



**ANEXO 1****Figura 16:** Curva de Calibração do Ácido Gálico