

Ministério da Educação

Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina

Campus Jaraguá do Sul

ARIANE MORGANA VOLKMANN

BIANCA HAFEMANN

JOSÉ FELIPE FERREIRA RAMOS

JULIANA FRANCIELLE ROSNIAK

MEL LESSMANN DE ARAUJO

**OBTENÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA E SEMENTE DO MAMÃO FORMOSA**

JARAGUÁ DO SUL/SC

2019

ARIANE MORGANA VOLKMANN

BIANCA HAFEMANN

JOSÉ FELIPE FERREIRA RAMOS

JULIANA FRANCIELLE ROSNIAK

MEL LESSMANN DE ARAUJO

## **OBTENÇÃO DE EXTRATOS DA CASCA E SEMENTE DO MAMÃO FORMOSA**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo formativo diversificado “Conectando Saberes” do curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Ana Paula Aparecida Duarte Souza

Coorientador: Juliano Maritan Amâncio

Coordenador: Roberto João Eissler

JARAGUÁ DO SUL/SC

2019

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Jaraguá do Sul pela oportunidade de realização da pesquisa e de proporcionar o contato com a pesquisa científica, oportunizando o ganho de novos conhecimentos e aprendizados.

À banca avaliadora do projeto, pelas críticas construtivas e sugestões durante a etapa inicial da pesquisa, que foram de grande importância para a execução da mesma.

A orientadora Ana Paula Duarte e ao coorientador Juliano Maritan por sempre se fazerem presentes quando necessário, auxiliando-nos e orientando, assim como pelo apoio e confiança.

Aos professores que, de algum modo, nos ajudaram nos problemas que surgiram, sempre dispostos a auxiliar e a esclarecer dúvidas durante a execução da pesquisa, em especial a professora Débora Martinez e ao professor Giovani Pakuszewski.

Aos integrantes da equipe de Conectando Saberes do projeto “Extração de compostos naturais da casca e farelo do arroz e avaliação de sua capacidade fotoprotetora”, pela troca de experiência e por fornecer a curva de calibração do ácido gálico elaborado para a pesquisa .

A todos os estagiários do laboratório de química, pelo auxílio e paciência durante as análises laboratoriais, contribuindo para a nossa independência no laboratório.

E por fim, a todos que contribuíram diretamente ou indiretamente com o desenvolvimento desta pesquisa.

## RESUMO

De acordo com a Food Ingredients Brasil (2017), cerca de 20% dos produtos são perdidos por deterioração, e uma das maneiras de inibir ou retardar os efeitos da deterioração é o uso de conservantes, que podem ser naturais ou sintéticos, sendo que este último pode apresentar riscos para a saúde. Além dos conservantes, existem compostos naturais presentes em alguns alimentos que possuem uma grande capacidade antioxidante, essas substâncias são chamadas de compostos fenólicos e estão presentes em várias frutas que ingerimos no dia a dia, sendo uma delas o mamão. O mamoeiro é cultivado no Brasil por possuir solo e condições climáticas favoráveis. Segundo a Embrapa, em 2010, o Brasil foi responsável por cerca de 16,67% da produção mundial, no entanto, as frutas tem cerca de 30% de sua produção descartada, sendo a maioria cascas e sementes, que possuem compostos fenólicos. Dito isto, o presente trabalho tem como objetivo analisar se os compostos fenólicos presentes na fruta do mamoeiro possuem capacidade antioxidante. Para isso, o grupo utilizou de diferentes metodologias, como o Espectrofotômetro de Infravermelho para analisar as bandas características dos compostos desejados e também do método Cd 8-53 para observar a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos usando amostras da casca, semente e casca + sementes. Ao final dessa pesquisa, pode-se observar que o teor de sólidos solúveis foi de 5° Brix para a casca, 1° Brix para as sementes e 2° Brix para a casca com semente, sendo estes resultados menores que os da literatura, o mesmo ocorreu para o teor de ácidos não-voláteis que foi de 1,1 g de ácido málico por 60 mL de amostra da casca, em relação ao rendimento mássico dos extratos obtidos, o extrato de casca, semente e casca com semente tiveram os respectivos resultados 53,45%; 53,12% e 35,31%, sendo o rendimento do extrato da casca com semente o menor.

**Palavras-chave:** Mamão. Conservantes. Compostos Fenólicos. Atividade Antioxidante.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	7
2.1 Mamão Formosa.....	7
2.2 Conservantes.....	9
2.3 Compostos Fenólicos.....	10
2.4 Oxidação.....	11
2.5 Soxhlet.....	12
2.6 Sólidos Solúveis.....	12
2.7 Acidez Total Titulável.....	13
2.8 Espectrômetro de Infravermelho.....	13
2.9 Espectrofotômetro UV-VIS.....	14
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	15
3.1 Obtenção e tratamento do mamão.....	16
3.2 Caracterização da casca e sementes.....	18
3.2.1 Teor de sólidos solúveis.....	18
3.2.2 Acidez total titulável.....	19
3.3 Obtenção dos extratos.....	22
3.4 Caracterização dos extratos.....	23
3.4.1 Rendimento de produção do extrato.....	24
3.4.2 Método Folin-Ciocalteu.....	24
3.4.3 Espectroscopia na região do infravermelho.....	25
3.5 Aplicação do extrato.....	26
3.5.1 Preparo das emulsões.....	26
3.5.2 Avaliação da oxidação.....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	27
4.1 Obtenção e tratamento do mamão.....	28
4.2 Caracterização da casca e sementes.....	29
4.2.1 Teor de sólidos solúveis.....	29
4.2.2 Acidez total titulável.....	29

4.2.2.1 Padronização do NaOH.....	30
4.2.2.2 Titulação.....	30
4.2.2.3 Titulação Potenciométrica.....	31
4.3 Obtenção dos extratos.....	32
4.4 Caracterização dos extratos.....	33
4.4.1 Rendimento de produção do extrato.....	33
4.4.2 Método Folin-Ciocalteu.....	34
4.4.3 Espectroscopia na região do infravermelho.....	35
4.5 Avaliação da oxidação.....	36
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O mamão, fruto proveniente do mamoeiro, é consumido de forma “natural” em grande parte do mundo, sendo também muito utilizado para diferentes processos nas indústrias farmacêuticas, têxtil, de cosméticos, entre outras.

O Brasil se encontra entre um dos maiores produtores de mamão do mundo, visto que por ano são produzidas cerca de 1.517.696 toneladas de mamão (EMBRAPA, 2013). Porém, aproximadamente 30% de toda produção é descartada, onde grande parte destes resíduos são compostos por cascas e sementes.

Segundo Ruggiero, Marin e Durigan (2011, p. 78), “vários trabalhos destacam a importância da conservação da qualidade na comercialização do mamão, pois a maior parte desta fruta é consumida ao natural.”, para a conservação são comumente utilizados conservantes sintéticos, como o Butil Hidroxitolueno (BHT) e o Butil Hidroxianisol (BHA), os quais podem apresentar diversos riscos ao organismo.

A partir dessas informações e tendo em vista que estudos sobre conservantes naturais, possíveis substitutos de sintéticos, são importantes para a saúde da população, este trabalho tem como objetivos específicos: obter os extratos presentes na casca e na semente do mamão Formosa; extrair, caracterizar e purificar os extratos obtidos; preparar emulsões e aplicar os extratos; avaliar a capacidade de conservação das emulsões quanto à oxidação do meio; comparar os resultados obtidos com um antioxidante sintético comumente utilizado na indústria.

As hipóteses formuladas pelo grupo que nortearam a realização da presente pesquisa foram as seguintes: é possível utilizar os resíduos do mamão para a produção de um antioxidante natural; o antioxidante obtido do mamão não será tão eficiente quanto o antioxidante sintético mais utilizado na indústria; a quantidade de extrato obtida na casca é maior do que na semente; o extrato que mais conserva é obtido da casca.

Para a realização da presente pesquisa, foi efetuada a aplicação de diversas metodologias, como refratometria, titulação, Folin-Ciocalteu, Espectrofotômetro de Infravermelho e o método Cd 8-53.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Mamão Formosa

O mamão é um fruto proveniente do mamoeiro, pertencente ao gênero *Carica* que possui uma única espécie, a *Carica Papaya L.* O principal cultivo é do grupo Formosa, com o Híbrido F1 Tainung nº 1, popularmente conhecido como mamão Formosa (EMBRAPA, 2013).



**Figura 1.** Mamoeiro com o mamão Formosa.

Fonte: [g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2015/05/nosso-campo-acompanha-o-plantio-e-colheita-do-mamao-em-coroados](http://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2015/05/nosso-campo-acompanha-o-plantio-e-colheita-do-mamao-em-coroados)

O mamão Formosa possui plantas relativamente mais altas que a dos outros grupos, frutos mais pesados, com peso médio de 800 a 1.100 g, possui cor alaranjada e textura lisa. Sua produtividade média é de aproximadamente 60 t/ha/ano e é o mais barato dentre as espécies de mamão disponíveis no mercado, uma vez que o seu calor é cerca de 30% a 50% mais barato do que o mamão Papaya (EMBRAPA, 2013).

O fruto do mamoeiro pode ser consumido maduro ou verde, e de forma natural quanto de forma industrializada. O mamão possui altos valores nutricionais, sendo rico em compostos fenólicos, vitamina C, betacaroteno e minerais como o potássio e o cálcio (EMBRAPA, 2013).

Segundo Embrapa (2013), a composição química do mamão pode variar dependendo do solo, época, grau de maturação e local de cultivo do mamoeiro. “De forma geral, apresenta pH de 5,0 a 5,7, acidez titulável de 0,05% a 0,18%; teores de sólidos solúveis de 9° Brix a 13° Brix e umidade média de 86% a 88%” (EMBRAPA, 2013, p. 152).



**Figura 2.** Mamão formosa.

Fonte: <http://www.agricolafamosa.com.br/produtos/mamao-papaia/>

É cultivado em praticamente todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, as condições de desenvolvimento da cultura do mamão são favoráveis, sendo possível o seu cultivo e produção durante todo o ano e em todas as regiões. A produção de mamão no Brasil destaca-se, visto que em 2010, correspondeu a 16,67% da produção mundial. Esse dado coloca o país como o segundo maior produtor, sendo superado apenas pela Índia. Os principais produtores estão no Nordeste e Sudeste, com destaque para a Bahia, Espírito Santo, Ceará, e Rio Grande do Sul, responsáveis por cerca de 92% da produção do mamão no Brasil (EMBRAPA, 2013).

## 2.2 Conservantes

De acordo com Food Ingredients Brasil (2017), cerca de 20% dos produtos fabricados são perdidos por deterioração, um dos principais problemas enfrentados pelas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas, já que seus produtos precisam ter qualidade e durabilidade no comércio.

Para a preservação de tais produtos, é feito o uso de conservantes. Os conservantes são substâncias químicas naturais ou artificiais, utilizadas desde a antiguidade para prolongar a vida útil de alimentos, cosméticos e demais produtos, combatendo o crescimento de

microrganismos e evitando alterações químicas, como os processos oxidativos, mantendo a textura, sabor e cheiro dos produtos por muito mais tempo (BERGJOHANN *et al.*, 2016).

O controle e fiscalização do uso de conservantes é feito pelo Comitê Conjunto de Peritos em Aditivos Alimentares (*Joint Expert Committee on Food Additives*, JECFA), que avalia a segurança do uso de conservantes para determinar os níveis máximos que podemos ingerir de um aditivo, até não ocorrer efeitos toxicológicos (POLÔNIO; PERES, 2009).

Os conservantes artificiais ou sintéticos são produzidos em laboratórios e muitos deles podem apresentar riscos à saúde. Os antioxidantes artificiais mais utilizados nas indústrias alimentícias e cosméticas são o Butil Hidroxitolueno (BHT) e o Butil Hidroxianisol (BHA), estando presentes em alimentos como carnes, manteiga, cervejas, doces e em cosméticos como cremes, desodorantes, batons e sombras (BERGJOHANN *et al.*, 2016).

No entanto, um estudo realizado com ratos no Japão, em 2009, comprovou que os conservantes BHT e o BHA apresentaram danos no DNA do estômago, cólon, bexiga e cérebro. Ainda que as doses aplicadas para os ratos fossem altas e as doses usadas nos alimentos e cosméticos sejam baixas, o consumo exagerado desses conservantes presentes nos alimentos e cosméticos podem apresentar riscos à saúde humana (POLÔNIO; PERES, 2009).

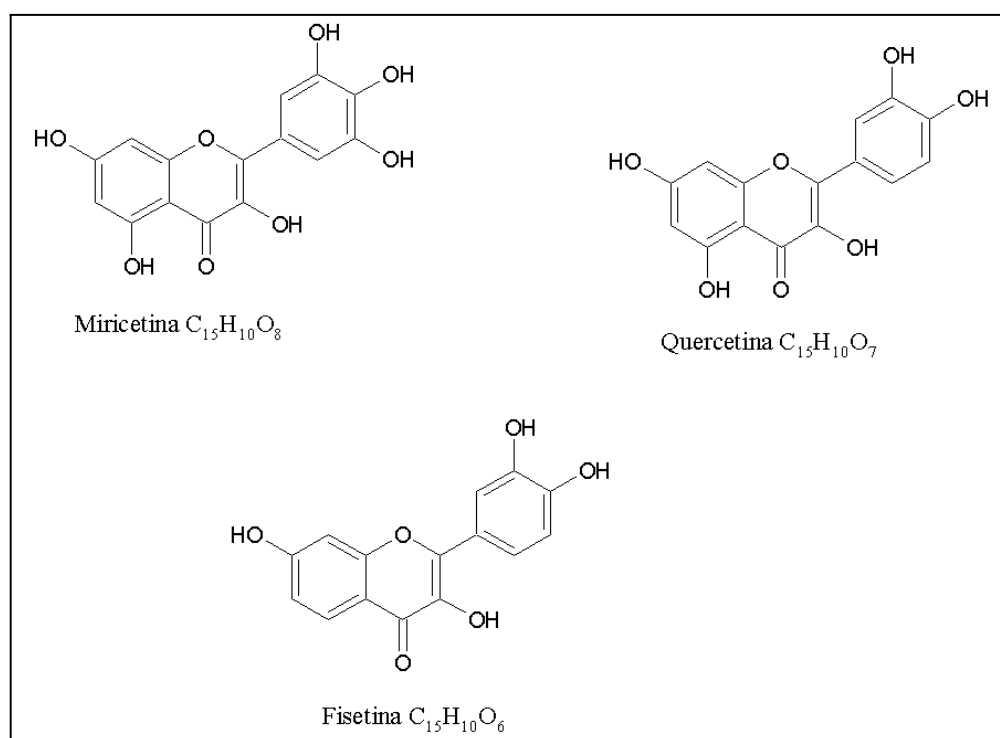
Outra forma de conservantes são os naturais, que foram utilizados por muitos anos antes do uso dos artificiais e ainda são amplamente utilizados atualmente. Consistem em técnicas naturais de conservação, como o uso de sal, fumo e vinagre na fabricação de conservas e temperos de carnes e também resfriamento, congelamento e desidratação, principalmente de frutas. Além disso, alguns compostos orgânicos, como cascas e sementes de frutas possuem substâncias conservantes em sua composição, como é o caso do mamão formosa, que possui compostos fenólicos, um tipo de antioxidante natural (MELO; SOARES; GONÇALVES, 2005).

### **2.3 Compostos Fenólicos**

Os compostos fenólicos são classificados como substâncias químicas que possuem hidroxilas ligadas a anéis aromáticos e também apresentam alguns grupos funcionais. Existem os mais variados tipos de compostos fenólicos com inúmeras funções. Segundo Angelo e

Jorge (2007) há cerca de cinco mil tipos de compostos, sendo os mais conhecidos os flavonóides, taninos, ácidos fenólicos e tocoferóis.

Os compostos fenólicos são encontrados em diversas frutas, como uvas, maçãs e mamões. De acordo com Santos (2015), entre os grupos citados anteriormente, o mais importante são os flavonóides, que possuem uma grande capacidade antioxidante, já que são ideais para eliminar ou estabilizar radicais livres e para inibir a oxidação lipídica. Nas frutas, são encontradas uma grande variedade de flavonóides, e alguns deles são encontrados no mamão, tendo alguns exemplos desses compostos na Figura 3 (BRAHIM; ROCHA; VILEGAS, 2012).



**Figura 3.** Estruturas moleculares de alguns compostos fenólicos presentes no mamão.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Sendo assim, os resíduos orgânicos que possuem compostos fenólicos, como a casca e a semente do mamão, podem ser reaproveitados para produzir conservantes naturais, os quais não apresentam riscos significativos para a saúde se comparados aos artificiais.

## 2.4 Oxidação

A oxidação é um processo no qual acontece a perda de um ou mais elétrons, o qual ocorre geralmente em estruturas com radicais livres. Os radicais livres são átomos ou moléculas que possuem um número ímpar de elétrons na sua última camada eletrônica e eles tendem a se associar com outras moléculas de carga positiva, o que pode acarretar em uma oxidação. Uma reação de oxidação ocorre simultaneamente com uma reação de redução, e na redução, há o ganho de elétrons (FERRARI, 1998).

Tendo grande importância para o seres humanos, como reservar energia, proteção de órgãos, entre outros, os lipídios são moléculas orgânicas formados a partir de ácidos graxos e álcoois. Em sua composição normalmente possui carbono, oxigênio e hidrogênio, podendo ainda conter nitrogênio, fósforo e enxofre. Suas moléculas apolares fazem com que esse seja solúvel apenas em compostos orgânicos não polares, esse fato também se dá pela presença de hidrocarbonetos na molécula (GALLO, 2010).

Os lipídios podem ser distintos em duas frações, a fosfolipídica, que compõe membranas de células e de organelas, e a triglicéridica, que constitui os lipídios neutros. A fração cefalina possui maior quantidade de ácido araquidônico, resultando em uma maior vulnerabilidade a oxidação (FERRARI, 1998).

A oxidação lipídica passa por três principais fases no seu decorrer, a iniciação, propagação e a terminação. O processo de oxidação pode ter início devido a um aumento de energia exposta ao alimento ou organismo, e também por reações redox, ambos rompendo as barreiras entre oxigênio e as moléculas de ácidos graxos. Os ácidos graxos são, por sua vez, derivados de lipídios com grande cadeias de carbono contendo em suas extremidades carboxila (-COOH) podendo ainda ser saturados ou insaturados (FERRARI, 1998).

Os principais produtos finais da oxidação lipídica são derivados da decomposição de hidroperóxidos como álcoois ésteres e outros hidrocarbonetos. Uma das razões para a oxidação lipídica é a presença de agrotóxicos, comumente utilizados na produção de alimentos (FERRARI, 1998).

## 2.5 Soxhlet

O Soxhlet é um método de extração em amostras sólidas utilizando solventes orgânicos. O balão é aquecido por uma manta, e quando o solvente entra em ebulição, irá evaporar, e ao entrar em contato com o condensador, o solvente, agora na fase líquida, irá cair sobre o cartucho com a amostra sólida e dissolverá os compostos desejados. Em seguida o sifão encherá, tendo em seu interior o solvente e o extrato, e essa mistura descera para o balão, e este mesmo ciclo irá se repetir diversas vezes (MOREIRA, 2017).

Como o Soxhlet é um método de extração contínua, o solvente é reutilizado durante os ciclos. Depois do primeiro ciclo, o solvente e o extrato descem para o balão, e em seguida o solvente volta a entrar em ebulição, deixando o extrato no balão. Ao final de todo o processo, os extratos poderão ser separados do solvente através de um rotaevaporador, por exemplo.

## 2.6 Sólidos Solúveis

Os sólidos solúveis são alguns dos compostos presentes em frutas, entre eles estão, em sua maioria, açúcares. Esses sólidos se acumulam na fruta de acordo com o tempo de permanência do fruto na planta, portanto, é um bom indicador do grau de maturação do fruto e também é responsável por grande parte do sabor doce do mesmo (CEAGESP, 2016).

Segundo Pilling, para a medida dos sólidos solúveis, pode ser utilizado um refratômetro que fornece a medida desses sólidos em graus Brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), uma escala numérica utilizada pela indústria para medir a quantidade de açúcar. Um grau brix equivale a uma grama de sólido dissolvido em 100 mL de água ou produto final. No entanto, não é um valor preciso dos açúcares, já que possui mais sólidos dissolvidos simultaneamente.

Uma pesquisa realizada por Lima, Rinaldi e Ascheri, trouxe resultados sobre o teor de sólidos solúveis do mamão, onde o resultado foi de 9,9  $^{\circ}\text{Bx}$  na casca e 6,3  $^{\circ}\text{Bx}$  nas sementes. No entanto o número de sólidos solúveis da casca é menor que o recomendado para colheita, que é de aproximadamente 11,5  $^{\circ}\text{Bx}$  (Figura 4).

Variáveis analisadas	Casca		Teste "t"	Semente		Teste "t"
	$\bar{X}_F \pm DP$	$\bar{X}_P \pm DP$		$\bar{X}_F \pm DP$	$\bar{X}_P \pm DP$	
pH	5,6 ± 0,0	5,4 ± 0,0	31,0 **	5,8 ± 0,0	5,8 ± 0,0	-2,1 <sup>n.s.</sup>
Acidez titulável <sup>2</sup>	2,6 ± 0,1	3,0 ± 0,1	-8,1 **	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1	-0,1 <sup>n.s.</sup>
Sólidos solúveis <sup>3</sup>	9,9 ± 0,1	8,1 ± 0,1	36,8 **	6,3 ± 0,0	6,3 ± 0,0	0,0 <sup>n.s.</sup>
Vitamina C <sup>4</sup>	7,8 ± 0,6	9,9 ± 0,2	-5,6 **	10,7 ± 0,2	13,0 ± 0,6	-6,6 **

<sup>1</sup> Médias de 3 repetições; DP = Desvio padrão; <sup>2</sup> g de ácido málico/100 g de amostra; <sup>3</sup> °Brix; <sup>4</sup> mg de ácido ascórbico/100g de amostra; \*\* Altamente significativo ao nível de 99 % de confiança; <sup>n.s.</sup> = não significativo.

**Figura 4.** Tabela das características físico químicas da casca e semente do mamão.

Fonte: [www.docplayer.com.br/14518348-Caracteristicas-fisico-quimicas-e-composicao-centesimal-de-cascas-e-sementes-de-mamao-resumo.html](http://www.docplayer.com.br/14518348-Caracteristicas-fisico-quimicas-e-composicao-centesimal-de-cascas-e-sementes-de-mamao-resumo.html)

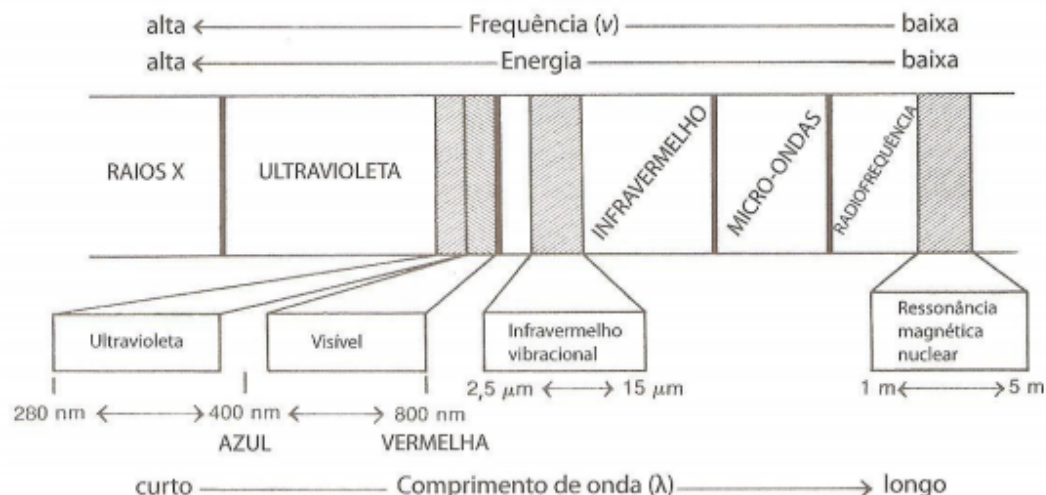
## 2.7 Acidez Total Titulável

Os ácido orgânicos, como o ácido cítrico, ascórbico e málico são responsáveis pela acidez do fruto e em geral pelo seu aroma e sabor, e podem ser utilizados pelas indústrias como conservantes, acidulantes e antioxidantes (SCHERER; RYBKA; GODOY, 2008). De acordo com Klein (2009), a quantidade de ácido diminui com o grau de maturação do fruto e existem variações na quantidade de ácido existente na polpa, semente e casca.

A acidez pode ser medida através de titulometria com hidróxido de sódio (NaOH), na qual o resultado é expresso em grama de ácido por 100 gramas de amostra. De acordo com a Figura 4, retirada da pesquisa de Lima, Rinaldi e Ascheri, a acidez medida da casca do mamão formosa é de cerca de 2,6 gramas de ácido málico por 100 g de amostra, já a acidez das sementes é de aproximadamente 2,5 gramas de ácido málico por 100 gramas de amostra.

## 2.8 Espectroscopia de Infravermelho

A espectroscopia de infravermelho é uma técnica utilizada para investigar a composição de uma substância ou identificar compostos através das vibrações dos grupos funcionais que a amostra apresenta. Segundo Pavia *et al.* (2015), todos os compostos que possuem ligações covalentes absorvem várias frequências de radiação eletromagnética na região do infravermelho do espectro eletromagnético. A região do infravermelho corresponde a comprimentos de onda maiores do que a luz visível (400 a 800 nm) e menores do que aqueles associados a micro-ondas, que são maiores que 1 mm (Figura 5).



**Figura 5.** Espectro eletromagnético.

Fonte: [http://coral.ufsm.br/quimica\\_organica/images/IV.pdf](http://coral.ufsm.br/quimica_organica/images/IV.pdf)

De acordo com Pavia *et al.* (2015), o aparelho incide radiação eletromagnética na região do infravermelho, fazendo com que as moléculas da amostra absorvam e fiquem excitadas, atingindo um estado maior de energia, que aumenta os movimentos de vibração da molécula. No processo de absorção, são absorvidas as frequências de radiação no infravermelho que equivalem às frequências de vibração naturais da molécula a ser observada.

Sendo a amostra líquida utilizada no equipamento para obter-se espectros, é necessário apenas uma gota da amostra, que então é comprimida entre as placas do equipamento, formando uma camada muito fina, capaz de fornecer um caminho óptico suficiente para produzir espectros satisfatórios (HOLLER; SKOOG; CROUCH, 2009).

A análise dos espectros de identificação das bandas de acordo com os grupos funcionais presentes na amostra a ser analisada é realizada através de dados já tabulados em literaturas, sendo necessário observar a função orgânica e o comprimento de onda de acordo com o espectro dado (PAVIA *et al.*, 2015).

## 2.9 Espectrofotômetro UV-VIS

A espectrometria de absorção molecular na região do ultravioleta e do visível serve para realizar a determinação quantitativa de compostos, sejam eles orgânicos, inorgânicos ou biológico. No espectrofotômetro UV-VIS, o feixe de luz visível em um certo comprimento de

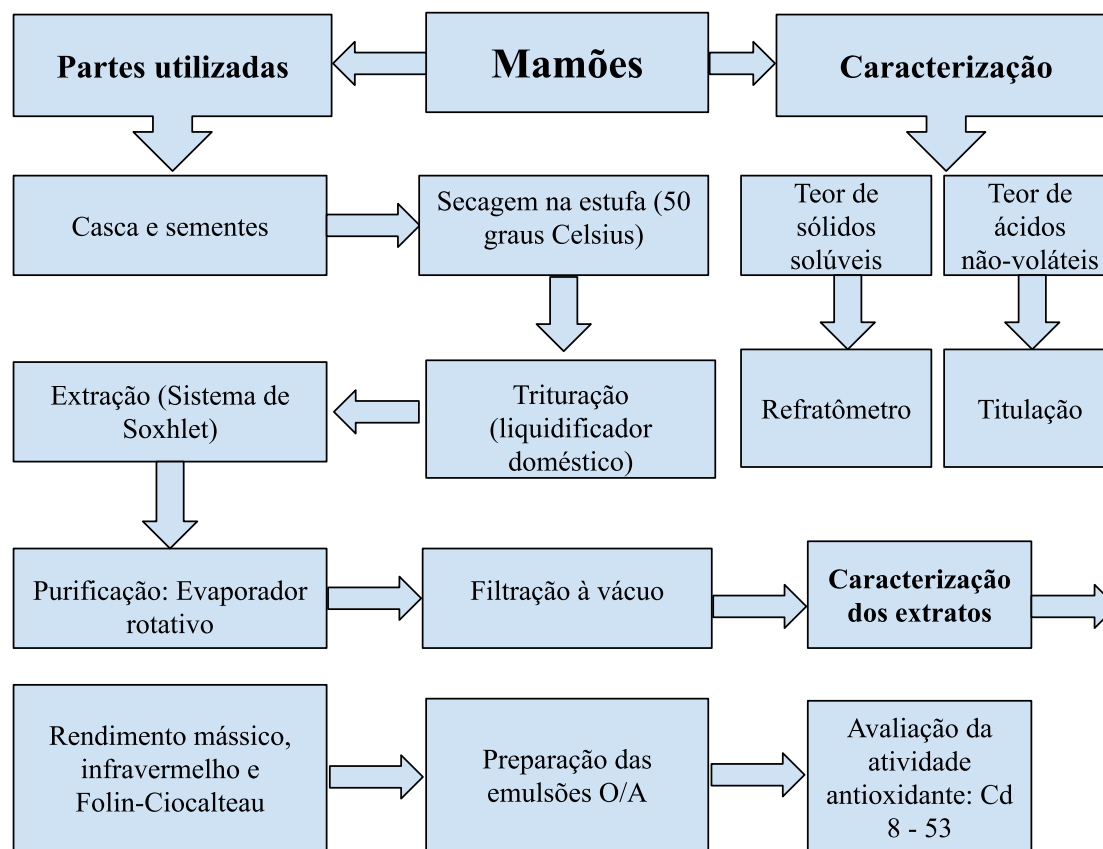
onda é inserido nas soluções contidas em células com caminho óptico, denominadas cubetas, a qual irá absorver ou emitir uma determinada quantidade, assim, o aparelho identifica a quantidade absorvida, resultando num espectro ultravioleta-visível, que é um gráfico de absorbância versus comprimento de onda (PAVIA *et al.*, 2015).

Segundo Holler, Skoog e Crouch (2009), as cubetas utilizadas no equipamento devem ser escolhidas para que deixem passar a radiação na região espectral de interesse. No caso, cubetas de quartzo são usadas preferencialmente para trabalhar na região do ultravioleta (abaixo de 350 nm), já as cubetas de vidro podem ser usadas na região entre 350 e 2000 nm, e as cubetas de plástico são usadas na região visível.

O cuidado com o manuseio da cubeta é de grande importância para os dados de absorbância, sendo necessário usar a mesma cubeta do branco em todos os outros procedimentos realizados, visto que as cubetas não iram possuir as mesmas características ópticas. As cubetas também devem ser manuseadas apenas nas partes laterais foscas, e posicionadas corretamente no equipamento em relação ao feixe, sendo necessário o cuidado com impressões digitais, gorduras e outros rejeitos que possam alterar as características de transmissão de uma amostra. Portanto, é necessário limpar a cubeta antes e depois do procedimento (HOLLER; SKOOG; CROUCH, 2009).

### **3 METODOLOGIA**

A metodologia seguida pela presente pesquisa encontra-se esquematizada no fluxograma abaixo (Figura 6), e será explicitada nos próximos tópicos.



**Figura 6.** Fluxograma geral da metodologia.

Fonte: Elaborado pelo grupo.

### 3.1 Obtenção e tratamento do mamão

Os extratos das cascas, das sementes e de uma mistura de cascas + sementes foram obtidos através de dois frutos do mamão formosa, no estágio de maturação da disponibilidade do comércio local. Os mamões comprados foram, inicialmente, levados ao laboratório de química do IFSC Campus Jaraguá do Sul - Centro, onde foram cortados longitudinalmente.

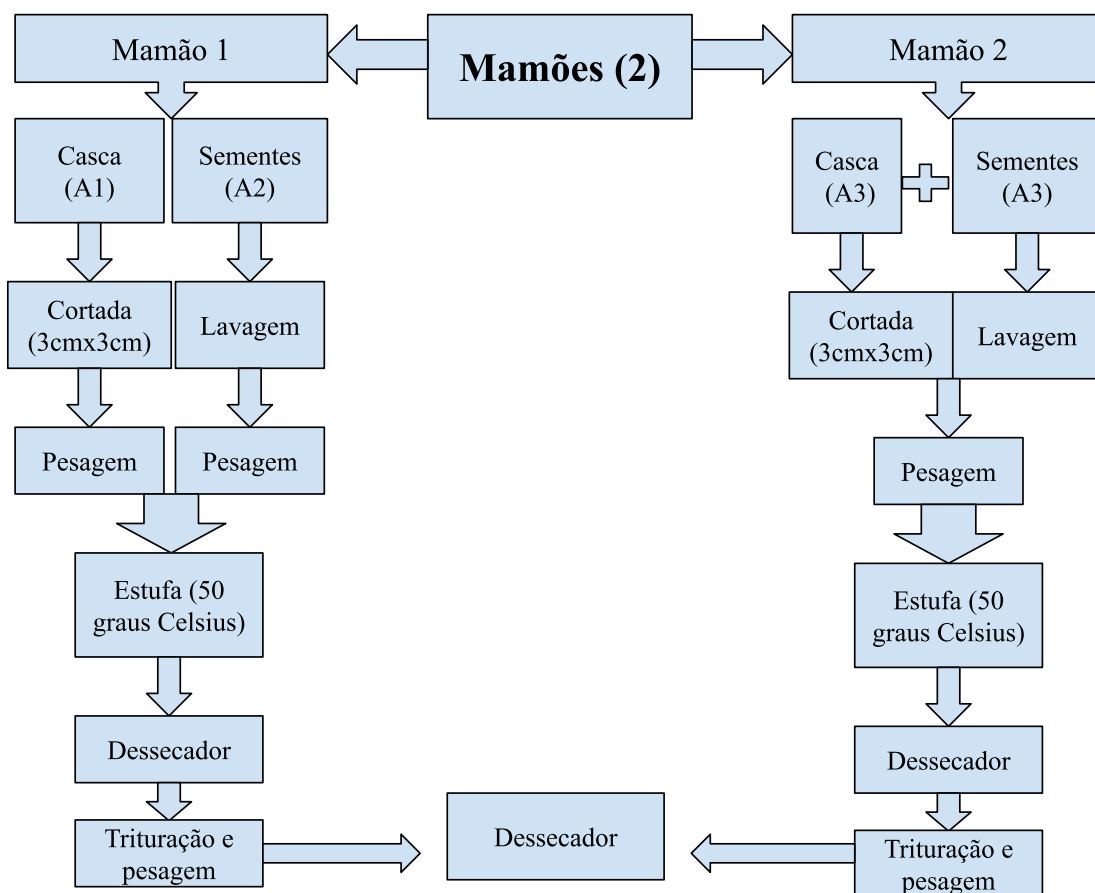
O primeiro mamão foi descascado e como a casca do mamão possui alguns resíduos provenientes da polpa, os mesmos foram retirados com o auxílio de uma espátula. Posteriormente, as cascas foram cortadas em pedaços com cerca de 3 cm x 3 cm, e usadas para obtenção do extrato 1 (E1). A partir desse mesmo mamão, retirou-se as sementes, que foram lavadas em água corrente com o auxílio de uma peneira para retirar possíveis resíduos da polpa, essas sementes foram destinadas para a obtenção do extrato 2 (E2). O terceiro mamão foi descascado e aberto a fim de misturar a casca com as sementes, que foram submetidas aos mesmos tratamentos que as amostras anteriores, o terceiro mamão foi

utilizado para obtenção do extrato 3 (E3). Entretanto, os passos descritos anteriormente foram realizados diversas vezes, dessa forma, utilizou-se mais de dois mamões para o desenvolvimento da pesquisa.

As amostras foram pesadas em uma balança semi-analítica e em seguida colocadas em bandejas plásticas e levadas à estufa em, aproximadamente, 60 graus Celsius, na qual permaneceram por 4 dias. Após as amostras estarem secas, foram tiradas da estufa, pesadas e colocadas no dessecador para que não fossem submetidas à umidade do ambiente, onde ficaram armazenadas até serem realizados outros procedimentos.

Posteriormente, as amostras secas foram retiradas do dessecador e trituradas em um liquidificador doméstico até que se tornassem um “pó”; após isso, foram novamente pesadas e colocadas na estufa, na qual ficaram de um dia para o outro. Fez-se necessário esse procedimento pois o equipamento utilizado para trituração encontrava-se um pouco úmido. As amostras foram novamente retiradas da estufa e colocadas no dessecador, até o momento em que foram utilizadas para obtenção de extratos por meio do sistema de Soxhlet.

Todos os procedimentos iniciais referente ao tratamento dos mamões estão esquematizados no fluxograma abaixo (Figura 7).



**Figura 7.** Fluxograma do tratamento do mamão.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

### 3.2 Caracterização da casca e sementes

Para a caracterização da casca e sementes do mamão formosa utilizadas na primeira parte da execução da pesquisa, comprou-se mais dois mamões no comércio e então procedeu-se os primeiros procedimentos citados anteriormente, como corte longitudinal do mamão, retirada da casca e sementes, lavagem da última citada e pesagem das amostras. A caracterização foi realizada através da obtenção do teor de sólidos solúveis (SST) e acidez total titulável (AT).

#### 3.2.1 Teor de sólidos solúveis

Para a obtenção do teor de sólidos solúveis, foram utilizadas apenas uma parte das amostras conforme o preparo citado anteriormente, cada uma destas foi submetida à trituração com o auxílio do almofariz e pistilo. Após isso, utilizou-se o refratômetro portátil, este foi

aberto e uma gota de água destilada foi depositada no prisma, e observou-se que o grau brix estava em zero, o prisma foi secado e uma gota da amostra a ser analisada foi pipetada, logo após procedeu-se a observação dos resultados, estes procedimentos foram feitos em triplicata para cada uma das amostras. Os resultados foram expressos em graus brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), a mesma escala utilizada na indústria de alimentos para medir a quantidade de açúcares (ARAÚJO, 2010).

### 3.2.2 Acidez total titulável

O teor de ácidos não-voláteis foi determinado por titulometria e, para isso, foram preparadas amostras da casca, semente e casca + semente. As amostras foram trituradas em um liquidificador doméstico e foram “espremidas” com o auxílio de um pano, visto que não foi possível se retirar todo o suco proveniente das amostras no liquidificador, essas foram utilizadas mais tarde, pois, primeiramente, fez-se necessária a padronização do NaOH com o biftalato de potássio.

Para a padronização do NaOH, inicialmente preparou-se uma solução  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$  de biftalato de potássio, foram pesadas aproximadamente 3,0 g do soluto e este foi levado à estufa por cerca de 1 a 2 horas em uma temperatura de 110 graus Celsius. Após isso, pesou-se novamente 1,02 g de biftalato que foi colocado em um béquer no qual se acrescentou 20 mL de água deionizada e homogeneizou-se a solução com um bastão de vidro, o conteúdo do béquer foi transferido para um balão volumétrico de 100 mL que foi preenchido com água deionizada, e essa solução foi reservada.

Procedeu-se o preparo de uma solução de NaOH  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ . Para o preparo da solução de NaOH foram pesadas 2,0 gramas do soluto em uma balança semi-analítica, depois foram adicionadas 100 mL de água deionizada e a solução foi homogeneizada, sendo então transferida para um balão volumétrico de 500 mL, que foi preenchido com água deionizada.

Após o preparo das soluções, uma bureta de 25 mL foi ambientada com uma pequena quantidade da solução de NaOH. Em seguida, essa amostra foi colocada no suporte universal e então adicionou-se 25 mL da solução de NaOH com a torneira devidamente fechada. Em um erlenmeyer foram colocadas 50 mL de água, três gotas de fenolftaleína e por fim pipetou-se 25 mL da solução de biftalato de potássio, sendo assim iniciaram-se as titulações. Para isto, a solução de NaOH ficou gotejando no erlenmeyer, este ficou sob agitação

constante até que a solução presente em seu interior ficasse com uma coloração rosa, por fim o valor de NaOH gasto foi anotado.

As titulações de padronização foram realizadas em triplicata para a obtenção de um valor mais preciso, além disso, calculou-se a concentração real do NaOH a partir da Equação 1 e o fator de correção foi calculado por meio da Equação 2.

$$M_1V_1 = M_2V_2 \quad (\text{Equação 1})$$

$$F_c = \text{concentração encontrada} / \text{concentração teórica} \quad (\text{Equação 2})$$

Após a padronização do NaOH, iniciaram-se os procedimentos para a obtenção do teor de ácidos não-voláteis. Inicialmente, foram trituradas mais amostras de casca, semente e casca mais semente, seguindo-se o mesmo procedimento de trituração utilizado para a obtenção do teor de sólidos solúveis. Primeiramente, procedeu-se uma titulação com 10 mL de amostra de semente juntamente com 50 mL de água deionizada, sendo este o conteúdo do erlenmeyer, e na bureta estava contida uma solução de concentração  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$  de NaOH. Entretanto, essa titulação não deu certo, devido a coloração escura da amostra.

Por conta da coloração das amostras, as mesmas foram colocadas em quantidades semelhantes em tubos falcon e estes foram levados à centrífuga, na qual, inicialmente, permaneceram por 5 minutos com uma velocidade de 3000 RPM. Após esse período, as amostras foram retiradas e observou-se que ainda não estavam adequadas para serem tituladas, dessa forma ficaram por mais 10 minutos com a mesma velocidade. Passado esse tempo, as amostras foram colocadas na centrífuga por mais 20 minutos com uma velocidade de 4000 RPM.

Na sequência, a amostra de casca havia ficado com uma coloração mais clara, sendo assim poderia ser utilizada na titulação. Em contrapartida, as amostras de semente e casca mais semente ainda não estavam ideais para serem tituladas, desse modo ficaram na centrífuga por cerca de mais 1 hora com uma velocidade de 4000 RPM, sendo retiradas algumas vezes para serem analisadas. Além disso, quando as mesmas apresentavam sólidos em suspensão, eles eram removidos com o auxílio de uma espátula e as amostras eram

novamente colocadas na centrífuga. Posteriormente a esse período na centrífuga, as amostras de semente e casca mais semente ainda apresentavam uma coloração muito escura, por esse motivo foram feitas titulações potenciométricas para essas amostras específicas.

Para titulação da amostra de casca foi feito um pré-teste, foram adicionadas 50 mL de água deionizada, 3 gotas de fenolftaleína e 2 mL da amostra em um erlenmeyer. Além disso, colocou-se em uma bureta de 25 mL uma solução de NaOH e procedeu-se a titulação, logo após o pré-teste foram feitas titulações em duplicata, utilizando-se 10 mL da mesma amostra e 50 mL de água deionizada.

As amostras de semente e casca + semente necessitaram de uma titulação potenciométrica. Sendo assim, inicialmente o potenciômetro foi calibrado e logo em seguida montou-se o sistema de titulação. Para dar início às titulações, a bureta foi preenchida com uma solução de NaOH e o béquer com 10 mL de amostra, 50 mL de água deionizada e 3 gotas de fenolftaleína. Logo em seguida, o eletrodo foi colocado em contato com o conteúdo de dentro do béquer, esperou-se a estabilização do pH no potenciômetro e a amostra foi titulada sendo que a bureta gotejava de 1 em 1 mL e a cada 1 mL a estabilização do pH no potenciômetro foi aguardada para se fazer a leitura correta do pH. Todos os valores foram tabelados para posteriormente serem analisados, além disso para cada amostra foram feitas titulações em triplicata.

Por fim, após a padronização do NaOH e as titulações procedidas com as amostras de mamão, o teor de ácidos não-voláteis foi calculado por meio da Equação 3.

$$\text{Acidez, em ácido (nome do ácido) \% (v/p)} = [V \times \text{eq.g ácido} \times 100] / P \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

V = volume da solução de NaOH gasto na titulação

f = fator de correção da solução de NaOH

P = g ou mL da amostra utilizado

Eq.g ácido = (ácido cítrico = 64,04)

### 3.3 Obtenção dos extratos

Posteriormente aos processos descritos inicialmente, as amostras secas e trituradas foram utilizadas para a obtenção de extratos, para isso foram montados, primeiramente, três sistemas de Soxhlet, um para cada amostra, no qual utilizou-se a proporção de 50 g de massa seca para 365 mL de solvente, no caso o utilizado foi o etanol (álcool etílico) por ser um solvente verde.



**Figura 8.** Sistemas de Soxhlet.  
Fonte: Arquivo do grupo.

Para realização do Soxhlet foi necessário fazer os cartuchos de papel de tamanhos variados, de acordo com o condensador, portanto o volume da amostra foi pesada conforme a capacidade do cartucho.

O sistema foi aquecido por uma manta, fazendo com que o etanol entrasse em ebulição, evaporação e condensação para entrar em contato com o cartucho, no qual estava a amostra e, assim, fosse extraído o extrato. No momento em que o sifão enchia, o solvente, juntamente com o extrato, descia para o balão, esse processo denominado “ciclo” ocorreu várias vezes e a quantidade de ciclos que ocorreram foram anotados por cerca de algumas horas.

Após, aproximadamente, seis horas de extração, os sistemas foram desmontados e o conteúdo de dentro do balão ficou com o extrato e o solvente, os quais foram colocados em um frasco âmbar e levados à geladeira. Num outro momento, essa mistura foi levada ao evaporador rotativo (Figura 9), para separação do solvente e extrato com banho maria

variando à 70 °C e pressão reduzida por bomba de vácuo. A mistura foi colocada no frasco de evaporação que rotaciona para aumentar a superfície de contato da amostra com banho maria, com o aquecimento e a pressão diminuída o solvente entra em ebulição e o vapor percorre um caminho até o condensador, que possui uma serpentina na qual corre água gelada para o resfriamento do vapor, este condensa e percorre um caminho até o frasco receptor.



**Figura 9.** Evaporador rotativo.  
Fonte: Arquivo do grupo.

Posteriormente ao evaporador rotativo, colocou-se o sulfato de sódio anidro no extrato final para se retirar uma possível umidade, por fim o extrato foi submetido a uma filtração à vácuo e então reservado sob refrigeração. O solvente, recuperado através do evaporador rotativo, também foi reservado para posteriores extrações. É importante levar em conta que a quantidade em massa dos extratos finais, isto é, após as filtrações à vácuo, foram muito pequenas.

### **3.4 Caracterização dos extratos**

Cada um dos extratos obtidos por meio do sistema de Soxhlet foram caracterizados quanto ao seu rendimento mássico, quantificação de fenóis totais e espectroscopia na região do infravermelho.

### 3.4.1 Rendimento de produção do extrato

Em relação ao rendimento de produção do extrato, todos os valores foram anotados e substituídos na equação do rendimento mássico, que se encontra na Equação 5.

$$R_m = (m_f / m_i) \cdot 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Em que:

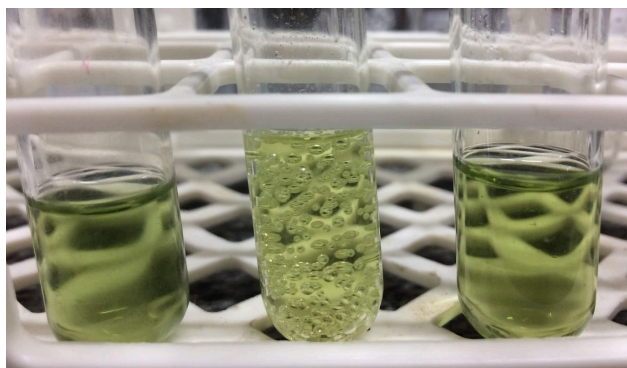
$m_i$  = massa inicial

$m_f$  = massa final

### 3.4.2 Método Folin-Ciocalteu

A quantificação de fenóis totais se deu através do método Folin-Ciocalteu, para a preparação das amostras que foram analisadas, fez-se necessário pipetar com o auxílio do micropipetador em tubos de ensaio determinadas volumagens. A metodologia inicial foi mudada, visto que as amostras preparadas ficaram muito escuras, impossibilitando, assim, a leitura no espectrofotômetro, sendo necessário algumas mudanças no preparo.

Primeiramente, pipetou-se 0,3 mL de cada amostra do extrato do mamão (diluída em água destilada 1:5); em cada tubo de ensaio foram pipetados 1,5 mL de água destilada e 0,3 mL de carbonato de sódio (25% m/v); em seguida foram pipetados 0,3 mL do reagente Folin-Ciocalteu e completou-se com 0,6 mL de água destilada. Todas as amostras foram preparadas com a quantidade de 3,0 mL, pois é o volume condizente aos volumes das cubetas utilizadas no espectrofotômetro; no caso, a utilizada foi a de quartzo.



**Figura 10.** Amostras de casca, semente e casca + semente.  
Fonte: Arquivo do grupo.

Após as amostras serem preparadas, as mesmas permaneceram em repouso por cerca de 22 horas até que a reação finalizasse, que é quando há a interrupção da geração de bolhas nas soluções, para que assim fossem feitas as análises no espectrofotômetro. As leituras foram realizadas no espectrofotômetro UV-Vis (Frontier), utilizando um comprimento de onda de 400 a 800 nm, usando somente água destilada como referência.

Foi utilizado o ácido gálico em diferentes concentrações com a finalidade de elaborar uma curva padrão de calibração. O cálculo para quantificação de fenóis totais foi obtido a partir da equação da reta obtida e o resultado foi expresso em mg ácido gálico por 100 g de amostra.

### 3.4.3 Espectroscopia na região do infravermelho

Para a observação das bandas características dos compostos fenólicos presentes nos extratos, foram obtidos espectros na região do infravermelho ( $4000 - 450 \text{ cm}^{-1}$ ) utilizando um espectrômetro de infravermelho, modelo Spectrum Two da PerkinElmer (Figura 11).



**Figura 11.** Espectrômetro PerkinElmer

Fonte: <http://www.directindustry.com/pt/prod/perkinelmer/product-14711-1686702.html>

### 3.5 Aplicação do extrato

Os extratos obtidos a partir do mamão formosa foram aplicados em emulsões do tipo O/A (óleo em água) para posteriormente analisar a capacidade antioxidante dos mesmos por meio do método Cd 8-53.

#### 3.5.1 Preparo das emulsões

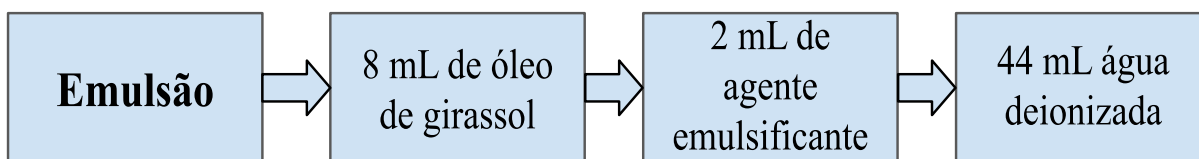
Foram preparadas emulsões do tipo O/A (óleo em água), estas foram feitas dentro de béqueres de 250 mL, nos quais inseriu-se, inicialmente, 8 mL de óleo de girassol (8%) e 4 mL de agente emulsificante (4%), no caso o Tween 80. Após isso foi colocado, aos poucos, 88 mL de água deionizada pré-aquecida a 75 °C e, posteriormente, inseriu-se 0,01 grama da amostra. Os béqueres ficaram sob uma chapa de agitação magnética, com velocidade 4 e agitação constante por 30 minutos.

Cada emulsão possuía um tratamento específico que pode ser visualizado no Quadro 1. Além disso, o preparo das emulsões encontra-se esquematizado no fluxograma da Figura 12.

Após o preparo das emulsões, essas foram colocadas em tubos de ensaio e levadas à estufa a temperatura de 60 graus Celsius, na qual ficaram de um dia para o outro para induzir a oxidação.

<b>Emulsões</b>	<b>Tratamentos</b>	<b>Quantidade aplicada</b>
EM 1	BHT	0,01 g
EM 2	Extrato 1 (casca)	0,01 g
EM 3	Extrato 2 (semente)	0,01 g
EM 4	Extrato 3 (casca + semente)	0,01 g
EM 5	-	Controle

**Quadro 1.** Emulsões.  
Fonte: Elaborada pelo grupo.



**Figura 12.** Preparo das emulsões.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

### 3.5.2 Avaliação da oxidação

A avaliação da oxidação foi feita a partir do método Cd 8-53. Inicialmente, preparou-se uma solução 3:2 em volume de ácido acético glacial em clorofórmio dentro da capela com exaustão ligada; logo após, foram preparadas mais três soluções, uma saturada de iodeto de potássio, outra de amido 20% (m/m) e, por fim, uma solução de tiosulfato de sódio com uma concentração de  $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Posteriormente, foram pesados 5,0 g de emulsão dentro de um erlenmeyer e adicionou-se, com o auxílio de uma proveta, 30,0 mL da solução de ácido acético glacial-clorofórmio e o erlenmeyer foi agitado. Com uma pipeta foram adicionadas 0,5 mL da solução saturada de iodeto de potássio e o erlenmeyer permaneceu em repouso por 1 minuto. Após isso, foram adicionadas 0,5 mL de solução de amido e 70,0 mL de água destilada, a amostra foi agitada para homogeneização até que a coloração ficasse azul. Então procedeu-se a titulação em uma capela, sendo o tiosulfato colocado em uma bureta e assim a amostra do erlenmeyer foi titulada até a coloração azul desaparecer.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Obtenção e tratamento do mamão

Para iniciar a metodologia, os mamões foram submetidos a uma série de tratamentos descritos na metodologia, entretanto antes das amostras de casca (1), semente (2) e casca com semente (3) serem levadas à estufa, estas foram pesadas em uma balança semi-analítica, dessa forma os valores estão dispostos no Quadro 2. Após as amostras serem trituradas e levadas à estufa, foram submetidas à pesagem cujos valores também se encontram no Quadro 2. Estes foram os mesmos utilizados nas extrações por meio do sistema de Soxhlet, é possível

perceber uma pequena diferença nos valores das amostras após serem trituradas, mas isso ocorreu devido a uma pequena perda de amostra no momento de transferi-las do liquidificador para o béquer para o procedimento de pesagem.

<b>Amostra</b>	<b>Peso (g) - amostras levadas à estufa</b>	<b>Peso (g) - amostras secas e trituradas</b>
Amostra 1 (casca)	201,70	17,06
Amostra 2 (semente)	71,74	9,75
Amostra 3 (casca com semente)	273,62	22,54

**Quadro 2.** Valores das amostras levadas a estufa e secas.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

#### 4.2 Caracterização da casca e sementes

Para caracterização do mamão utilizado na pesquisa, dois mamões foram submetidos ao mesmo processo de tratamento descrito inicialmente, entretanto, essas amostras não foram secas na estufa, mas utilizadas em sua forma úmida. As amostras de casca, semente e casca com semente retirados dos mamões foram pesadas, estes valores encontram-se abaixo no Quadro 3; entretanto, para a primeira caracterização utilizou-se uma quantidade muito pequena dessas amostras.

<b>Amostra</b>	<b>Peso (g)</b>
Amostra 1	83,75
Amostra 2	30,70
Amostra 3	114,62

**Quadro 3.** Amostras para caracterização.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

#### 4.2.1 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi obtido através do refratômetro, como foi descrito anteriormente na metodologia. Os valores obtidos com o equipamento a partir da amostra de casca (Amostra 1), semente (Amostra 2) e casca + semente (Amostra 3) estão dispostos no Quadro 4.

<b>Amostra 1</b>	<b>Amostra 2</b>	<b>Amostra 3</b>
5° Brix	1° Brix	2° Brix
5° Brix	1° Brix	2° Brix
5° Brix	1° Brix	2° Brix

**Quadro 4.** Sólidos Solúveis.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Os valores do grau Brix encontrados são diferentes se comparados com os dados obtidos na pesquisa de Lima, Rinaldi e Ascheri, realizada na UEG, como pode-se observar na fundamentação teórica (Figura 4), onde o teor de sólidos solúveis obtidos por esses pesquisadores foi de aproximadamente 9,9° Brix na casca do mamão formosa e 6,3° Brix na semente. Observando os resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se perceber que a quantidade de sólidos solúveis na casca que foi de 5° Brix é maior do que na semente, sendo este é de 1° Brix, da mesma forma que na pesquisa citada anteriormente. Entretanto, os valores que foram obtidos foram muito menores, dessa forma acredita-se que pode ter ocorrido algum erro durante a execução do procedimento, visto que a quantidade de açúcares deve aumentar de acordo com o grau de maturação do fruto, mas deve-se considerar também que o mamão utilizado pela literatura talvez possuía um grau de maturação diferente do usado pela pesquisa, o que pode ter resultado em um valor diferente para o teor de sólidos solúveis.

#### 4.2.2 Acidez total titulável

Os dados obtidos em relação a acidez total titulável estão dispostos e discutidos nos tópicos que se encontram a seguir.

#### 4.2.2.1 Padronização do NaOH

A padronização do NaOH fez-se necessária para calcular a concentração real do mesmo, e além disso para descobrir o fator de correção, variável esta que precisou ser utilizada e substituída nas equações para a observação da acidez das amostras de mamão. As primeiras titulações foram feitas em triplicata e procedidas utilizando-se 10 mL da solução de biftalato de potássio, entretanto os valores de NaOH gastos nestas foi muito baixo, variando em 5,4 mL e tendo em vista que o erro embutido nesse valor seria muito grande, foram feitas mais três titulações utilizando-se então 25,0 mL da solução de biftalato de potássio, da mesma forma que está descrita na metodologia, na primeira titulação foram gastos 13,5 mL de NaOH, na segunda 13,6 mL e na terceira 13,7 mL, sendo assim pode-se dizer que utilizando 25 mL da solução de biftalato de potássio foram gastos aproximadamente 13,6 mL de NaOH. Após todos esses procedimentos, foram feitos os cálculos encontrando assim a concentração real do NaOH sendo esta  $0,091 \text{ mol.L}^{-1}$  e o fator de correção sendo este igual a 0,91.

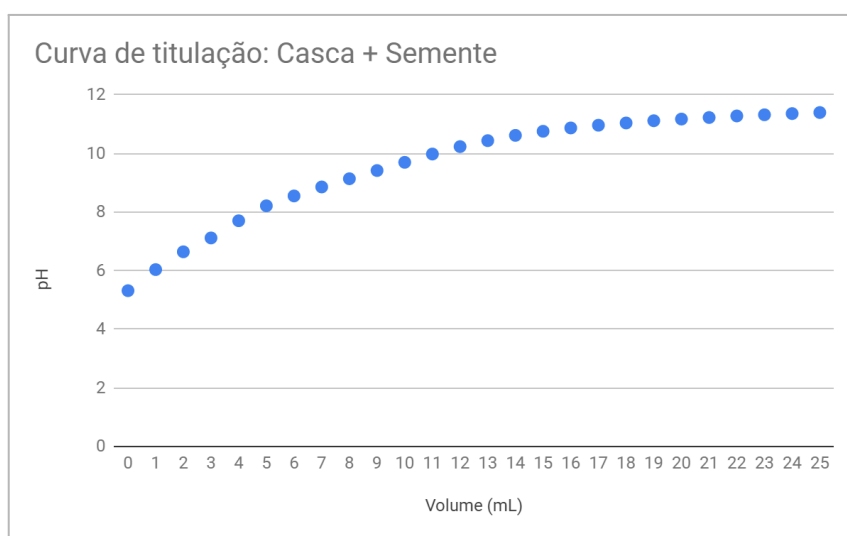
#### 4.2.2.2 Titulação

Primeiramente, procedeu-se uma titulação com a amostra de semente, entretanto essa não deu certo pois devido a sua coloração escura não foi possível verificar o ponto de viragem de forma precisa. Por conta disso todas as amostras foram colocadas na centrífuga, após um determinado período de tempo a amostra de casca já estava com uma coloração mais clara e, desse modo, foi feito um pré-teste no qual se utilizou 2 mL de NaOH, após isso foram feitas as titulações em duplicata utilizando 10 mL de amostra e fazendo a média foram gastos aproximadamente 9,95 mL de NaOH. Para encontrar o teor de ácidos não-voláteis todos os valores obtidos foram substituídos na equação, sendo que o valor encontrado foi de 1,1 g de ácido málico por 60 mL de amostra, comparando esse valor com a pesquisa de Lima, Rinaldi e Ascheri, na qual a acidez medida da casca do mamão formosa foi de 2,6 gramas de ácido málico por 100 g de amostra (Figura 4), desse modo o valor que a presente pesquisa encontrou foi menor, mas é importante levar em conta que o valor titulado foi diferente e ainda que o teor de ácidos não-voláteis é alterado com o grau de maturação do mamão.

### 4.2.2.3 Titulação Potenciométrica

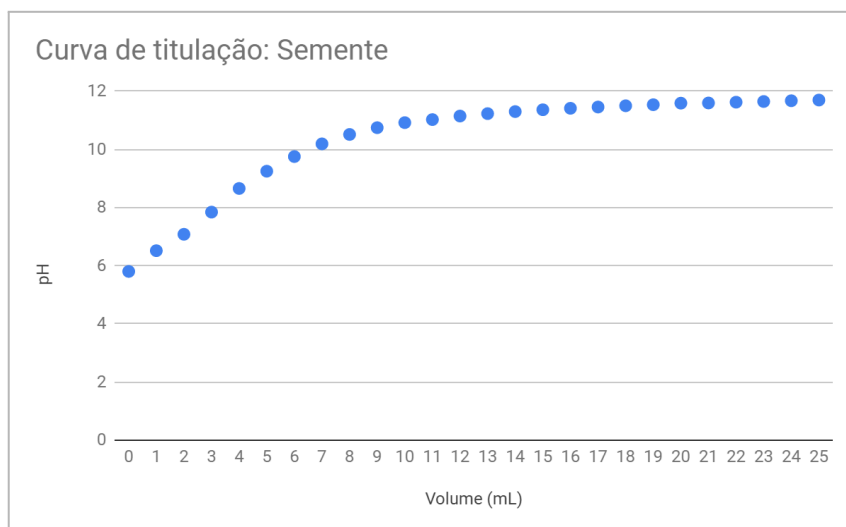
As amostras da semente e casca + semente foram submetidas a titulações potenciométricas, feitas em triplicata, onde os valores médios de cada uma são mostrados nos Gráficos 1 e 2. As medidas encontradas não resultaram nos valores esperados de acordo com a literatura (Figura 4), que é de 2,5 g de ácido málico por 100 g de amostra.

Os valores de pH inicial inicial foram de 5,32 e 5,80 para casca + sementes e para semente, respectivamente. Porém, de acordo com os gráficos, não foi possível encontrar o ponto de inflexão necessário para fazer o cálculo da acidez total titulável, pois não apresentou a curva característica do ponto de viragem. Atribuímos isso ao fato de que, apesar das amostras possuírem certa acidez inicial, elas não possuem ácidos orgânicos com características de Arrhenius e Bronsted Lowry, que liberariam o hidrônio ( $H_3O^+$ ), e iria reagir com a base escolhida para neutralização.



**Gráfico 1.** Curva da casca + semente.

Fonte: Elaborado pelo grupo.



**Gráfico 2.** Curva da semente.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

### 4.3 Obtenção dos extratos

A obtenção dos extratos se deu através do sistema de Soxhlet e ao longo da pesquisa foram realizadas várias extrações, pois a quantidade obtida a partir de cada extração era muito pequena; para isto, seguiu-se uma proporção pré-determinada no projeto, no qual usa-se 365 mL de solvente para 50 g de amostra. Entretanto, a quantidade de amostra utilizada foi diferente em cada sistema, visto que em cada trouxa que ficava dentro do sifão foi colocada apenas a quantidade que era possível. Abaixo estão dispostos os valores de amostra utilizados nas três primeiras extrações (Quadro 5), visto que os extratos obtidos através das outras extrações não foram utilizados.

<b>Amostra</b>	<b>Peso (g)</b>
Amostra 1	17,06
Amostra 2	9,75
Amostra 3	22,54

**Quadro 5.** Quantidade de amostra utilizada nas três primeiras extrações.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Durante as extrações foram anotados os ciclos feitos por cada sistema por aproximadamente uma hora e então foi feita uma média, na qual a amostra 1 completou 6 ciclos durante uma hora sendo que a média era de 10 minutos entre um ciclo e outro. A

amostra 2 apresentou 10 ciclos durante uma hora, sendo que a média era de 6 minutos entre um ciclo e outro. A amostra 3 fez 5 ciclos durante uma hora, na qual a duração entre um ciclo e outro era de 12 minutos, mas vale ressaltar que o extrator que continha a amostra 3 era maior.

Posteriormente às extrações, o conteúdo que estava dentro do balão era submetido ao evaporador rotativo. Para purificar a amostra e além disso recuperar boa parte do solvente utilizado, o etanol que foi recuperado foi usado pelo grupo e ao final de todas as extrações foi deixado no Laboratório de Química do IFSC para o caso de outros grupos precisarem futuramente. Após todo o processo de purificação e filtração, os extratos finais foram pesados em uma balança semi-analítica e os dados obtidos estão descritos no Quadro 6 em massa do extrato (g), esse dado faz-se necessário para calcular o rendimento mássico.

#### **4.4 Caracterização dos extratos**

##### **4.4.1 Rendimento de produção do extrato**

O rendimento mássico obtido a partir dos extratos utilizados na pesquisa foi calculado pelo fórmula descrita na metodologia. O extrato 1 (casca) apresentou um rendimento mássico de 53,45%; o segundo extrato (semente) apresentou um rendimento igual a 53,12%; e o terceiro extrato (casca + semente) mostrou um rendimento de 35,31%.

Apesar da quantidade final dos extratos ter sido muito pequena, o rendimento mássico dos mesmos foi relativamente bom visto que se alcançou uma porcentagem maior que 50% nos extratos 1 e 2, sendo que o extrato 1 apresentou o melhor rendimento, entretanto ele apresentou uma diferença muito pequena se comparado com o extrato 2, já o extrato 3 apresentou o menor rendimento e além disso possui uma diferença significativa de rendimento em relação aos outros extratos.

Abaixo encontra-se uma tabela que apresenta uma relação entre a massa da casca e sementes do mamão e o rendimento mássico do processo de extração (Quadro 6).

<b>Mamão</b>	<b>Massa seca (g)</b>	<b>Massa do extrato (g)</b>	<b>Rendimento Mássico (%)</b>
--------------	---------------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Casca	17,06	9,12	53,45%
Semente	9,75	5,18	53,12%
Casca + Semente	22,54	7,96	35,31%

**Quadro 6.** Valores dos extratos finais.

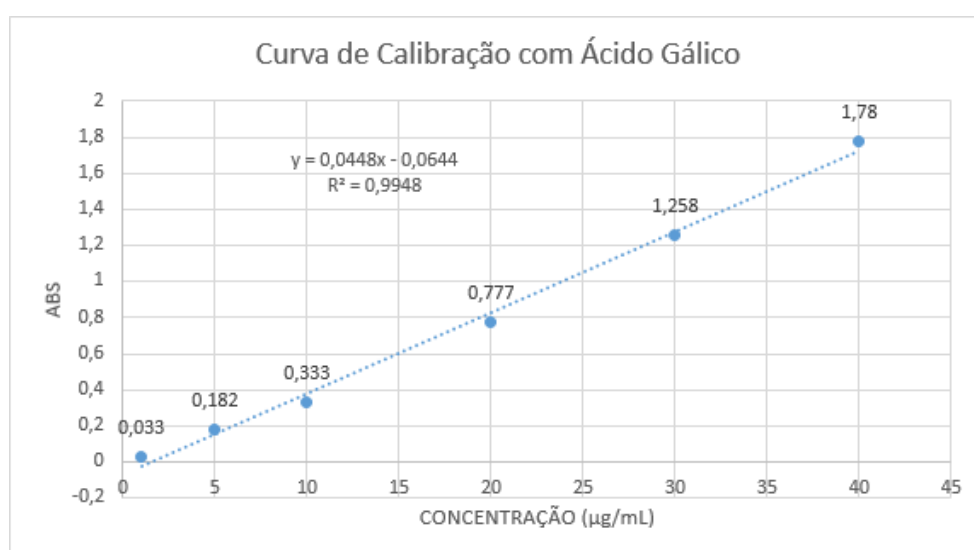
Fonte: Elaborado pelo grupo.

#### 4.4.2 Folin-Ciocalteu

A análise no espectrofotômetro de ultravioleta visível nos forneceu um espectro da absorvância versus o comprimento de onda, entre 400 a 800 nm, sendo lido a absorvância em 720 nm.

A curva de calibração do ácido gálico usada foi disponibilizada pelo grupo de Conectando Saberes “Extração de compostos naturais da casca e farelo do arroz e avaliação de sua capacidade fotoprotetora”, visto que a metodologia seria a mesma, reduzindo assim o gasto de reagentes do laboratório.

Com a linearização da curva de calibração do ácido gálico construída, obtém-se a equação da reta ( $y = 0,0448x - 0,0644$ ), sendo esta utilizada para a realização dos cálculos (Figura 12).



**Figura 12.** Curva do ácido gálico.

Fonte: Extração de compostos naturais da casca e farelo do arroz e avaliação de sua capacidade fotoprotetora.

Com a equação da reta, pode-se realizar o cálculo do teor de fenólicos totais através da absorbância, os quais estão demonstradas no Quadro 7 a seguir.

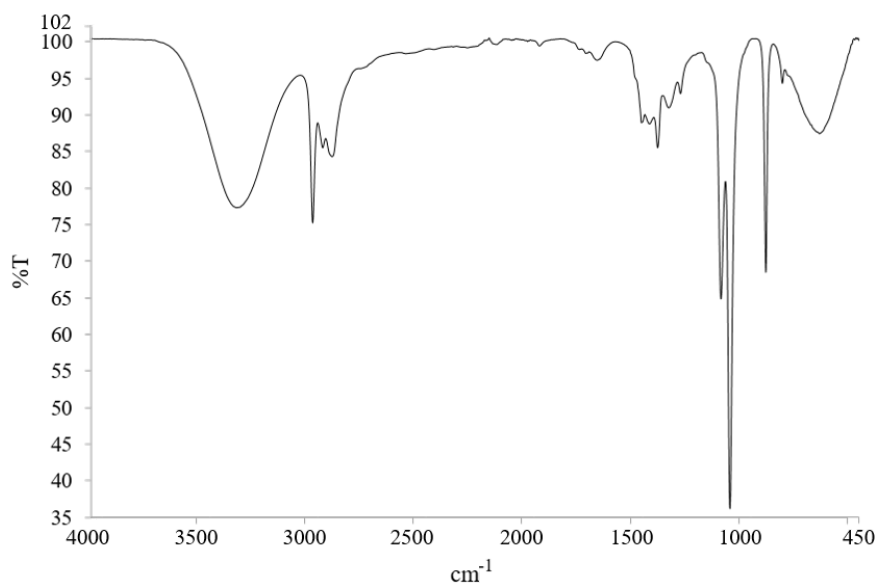
Amostra	Cálculo	Resultado (x)
Amostra 1 (casca)	$0,985 = 0,0448x - 0,0644$	23,424
Amostra 2 (semente)	$0,216 = 0,0448x - 0,0644$	6,258
Amostra 3 (casca + semente)	$0,787 = 0,0448x - 0,0644$	19,004

**Quadro 7.** Concentração das amostras.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Observa-se que a Amostra 1 apresentou o maior teor de fenólicos totais, com 23,424 mg EAG<sup>-1</sup>, em comparação com os outros extratos, no qual a Amostra 2 apresentou o menor teor com 6,258 mg EAG<sup>-1</sup> e a Amostra 3 apresentou teor de 19,005 mg EAG<sup>-1</sup>.

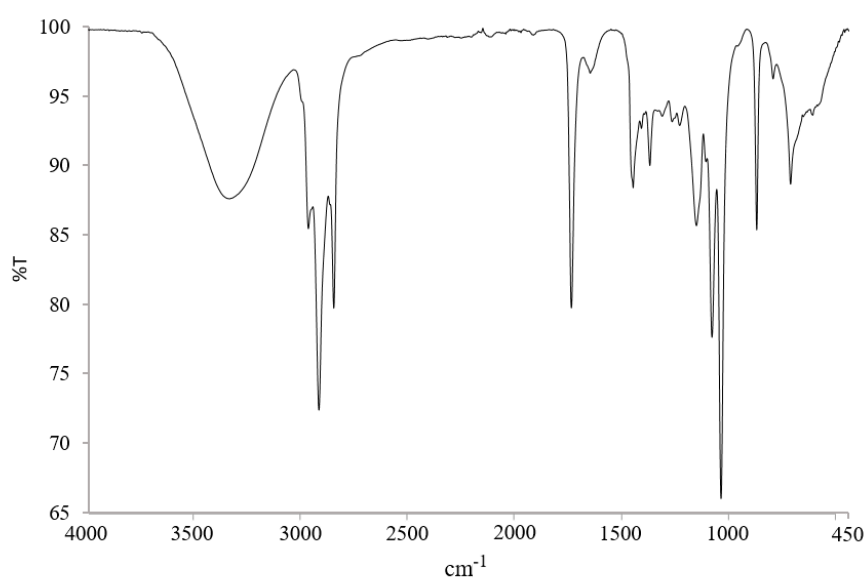
#### 4.4.3 Espectroscopia na região do infravermelho

Para a caracterização dos extratos, foram realizadas análises espectroscópicas na região do infravermelho, em que na Figura 13 pode-se analisar o espectro da Amostra 1 (casca) e da Amostra 3 (casca + semente), pois são o mesmo espectro. Na figura, observa-se uma banda larga na região entre 3000 cm<sup>-1</sup> a 3500 cm<sup>-1</sup>, relativa ao estiramento O-H, indicando a presença de um álcool, no caso o solvente etanol. Em aproximadamente 3000 cm<sup>-1</sup> identifica-se bandas típicas do estiramento C-H. Enquanto na região de 1000 cm<sup>-1</sup> a 1300 cm<sup>-1</sup> nota-se a presença de uma banda forte relativa ao estiramento C-O.



**Figura 13:** Espectro da casca e casca + semente.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Já a Amostra 2 (semente), apresentou espectros conforme a Figura 14, no qual observa-se uma banda larga na região entre  $3000\text{ cm}^{-1}$  a  $3500\text{ cm}^{-1}$ , indicando a presença do solvente etanol. Nota-se uma banda forte entre  $1000\text{ cm}^{-1}$  e  $1300\text{ cm}^{-1}$ , relativa ao estiramento C-O, como também observado no espectro da casca e da casca + semente. Na região de aproximadamente  $2900\text{ cm}^{-1}$  verifica-se uma banda relativa ao estiramento C-H e na região de aproximadamente  $1700\text{ cm}^{-1}$  observa-se uma banda relativa ao estiramento C=O.



**Figura 14:** Espectros da semente.  
Fonte: Elaborado pelo grupo.

Os espectros da casca e da casca + semente, representados na Figura 13, demonstraram o mesmo espectro, e uma possível explicação para isto é que, provavelmente, uma das amostras está mais concentrada, no caso a da casca, impossibilitando a observação de outras bandas características da amostra.

#### **4.5 Avaliação da oxidação**

Para a avaliação da oxidação por meio do método Cd 8-53, seguiu-se a metodologia descrita anteriormente, entretanto surgiram alguns imprevistos no preparo da amostra, isto é no conteúdo que seria titulado, pois as mesmas deveriam ficar com uma coloração azul que serviria de indicador, devido a reação entre o iodeto de potássio e o amido.

Foram feitos vários testes que não deram certo, nos quais se utilizava uma solução de amido com uma concentração de 1%, visto isso a concentração dessa solução foi aumentada para 20% e preparou-se uma nova amostra com esta solução, além da emulsão que continha o BHT, os demais reagentes e de início foram adicionadas 30 mL de água deionizada, percebendo-se uma pequena diferença na coloração após a adição da última citada. Desse modo, foram acrescentadas aos poucos mais 40 mL de água deionizada e algo interessante é que quanto mais água era adicionada mais a amostra ficava azul, com uma coloração próxima a um roxo, sendo assim procedeu-se uma titulação no qual foram gastos 2,8 mL da solução de tiosulfato.

Contraditoriamente, as amostras que continham os extratos obtidos e também a amostra com a emulsão controle não ficaram com a coloração azul, dessa forma não foi possível obter os resultados da avaliação da oxidação.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa teve como objetivo obter extratos da casca e da semente provenientes do mamão Formosa e aplicá-los como conservantes em emulsões, analisando assim, a sua capacidade antioxidante; para isto, foram feitas várias extrações, além de uma

série de caracterizações, entretanto, apesar de os extratos terem sido aplicados nas emulsões, a avaliação da oxidação não ocorreu de maneira precisa.

Com as extrações, por meio do sistema de Soxhlet, conseguiu-se confirmar uma das hipóteses: a quantidade de extrato obtida na casca é maior do que na semente, pois observou-se que o rendimento mássico obtido por meio da casca foi de 53,45%, um pouco maior do que da semente que teve um rendimento de 53,12%. Dessa forma, pode-se dizer que mesmo que a quantidade de massa seca utilizada da semente foi menor, o rendimento da casca foi maior, desta forma, esta hipótese pode ser corroborada.

Por meio da metodologia empregada para avaliar a oxidação, não foi possível confirmar nem refutar algumas de nossas hipóteses, como: é possível utilizar os resíduos do mamão para a produção de um antioxidante natural; o antioxidante obtido do mamão não será tão eficiente quanto o antioxidante sintético mais utilizado na indústria e o extrato que mais conserva é obtido da casca. Essas hipóteses não puderam ser analisadas por conta da parte final da metodologia não ter ocorrido de maneira esperada.

Através da realização desta pesquisa, pode-se concluir que, com a metodologia proposta, cumpriu-se com o primeiro e o segundo objetivos específicos, os quais eram respectivamente, obter os extratos presentes na casca e na semente do mamão Formosa e ainda extrair, caracterizar e purificar os extratos obtidos. Além disso, o terceiro objetivo foi alcançado em parte, sendo este preparar emulsões e aplicar os extratos; entretanto, este não foi um objetivo cumprido de maneira efetiva, visto que as emulsões foram preparadas e os extratos aplicados, mas as análises que seriam feitas a partir destas não foram efetuadas.

Os dois últimos objetivos apresentados não foram concretizados, os quais eram avaliar a capacidade de conservação das emulsões quanto à oxidação do meio e comparar os resultados obtidos com um antioxidante sintético comumente utilizado na indústria.

Após a análise dos dados obtidos, foi possível perceber que o teor de sólidos solúveis foi menor que o obtido pela literatura e isso se deve, principalmente, a algum erro que pode ter ocorrido durante o procedimento, e o teor de ácidos não-voláteis, apesar de ter sido menor, foi bastante próximo se alguns aspectos serem considerados. Além disso, no que diz respeito à obtenção de extratos, o rendimento mássico foi um resultado bastante satisfatório, tendo em vista que os extratos da casca e semente tiveram os maiores rendimentos e o extrato (casca + semente) teve o menor. Em relação à aplicação do extrato a pesquisa não obteve resultados

positivos, dessa forma não foi efetivada de maneira satisfatória, visto que uma parte dos procedimentos não deu certo.

Mesmo não tendo o resultado por completo, pode-se afirmar que o semestre foi bastante proveitoso e muitos conceitos aprendidos em sala de aula foram relacionados com o que estava sendo realizado na prática. Além disso, o grupo pretende utilizar os extratos obtidos e dar continuidade à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/rial/v66n1/v66n1a01.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2019.

**A medida da doçura das frutas**. CEAGESP. Cartilha Técnica. São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.hortibrasil.org.br/images/Brix02022017.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2019.

ARAÚJO, Erick Jarles Santos de; FONSECA, Monise Andrade. **Determinação de ° Brix refratométrico**. São Cristóvão: Abril de 2010. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAyUcAI/analise-alimentos-brix>>. Acesso em: 20 maio. 2019.

ASCHERI, Diego Palmiro Ramirez; LIMA, Thaise Ananele de; RINALDI, Maria Madalena. **Características físico-químicas e composição centesimal de cascas e sementes de mamão**. Anapólis: [200-?]. Disponível em: <https://docplayer.com.br/14518348-Characteristicas-fisico-quimicas-e-composicao-centesimal-de-cascas-e-sementes-de-mamao-resumo.html>. Acesso em: 05 maio 2019.

BERGJOHANN, Patrícia et al. ADITIVOS ALIMENTARES. In: ADAMI, Fernanda Scherer; CONDE, Simara Rufatto (Org.). **Alimentação & Nutrição nos ciclos da vida**. Lajeado: Univates, 2016. p. 30-50. Disponível em: <[https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/194/pdf\\_194.pdf](https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/194/pdf_194.pdf)>. Acesso em: 16 mar. 2019.

BRAHIM, Guilherme Tobias; ROCHA, Cláudia Q. da; VILEGAS, Wagner. **Avaliação da atividade antioxidante das folhas e caules de espécies de astronium**. In: XXIV Congresso de Iniciação Científica, 2012. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/cic/admin/ver\\_resumo.php?area=100071&subarea=21525&congresso=34&CPF=38045853883](http://prope.unesp.br/cic/admin/ver_resumo.php?area=100071&subarea=21525&congresso=34&CPF=38045853883)>. Acesso em: 01 abr. 2019.

CONSERVANTES. **Food Ingredients Brasil**, São Paulo, n. 42, p.30-46, 2017. Disponível em: <[http://revista-fi.com.br/upload\\_arquivos/201711/2017110730727001512043728.pdf](http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201711/2017110730727001512043728.pdf)>. Acesso em: 07 mar. 2019.

DUARTE-ALMEIDA, Joaquim Maurício et al. **AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE UTILIZANDO SISTEMA  $\beta$ -CAROTENO/ÁCIDO LINOLÉICO E MÉTODO DE SEQUESTRO DE RADICAIS DPPH•**. Campinas, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cta/v26n2/30196.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2019.

EMBRAPA. **Mamão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. Brasília: Embrapa, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/101792/1/500perguntasmamao.pdf>>. Acesso em: 21 fev. 2019.

FERRARI, Carlos Kusano Bucalen. **Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicas**. Campinas, 1998. 12 p. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rn/v11n1/a01v11n1>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

GALLO, Luiz Antonio. **Lipídios**. 2010. Disponível em: <<http://docentes.esalq.usp.br/luagallo/lipideos.html>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

HOLLER, F. James; SKOOG, Douglas A.; CROUCH, Stanley R. **Princípios de Análise Instrumental**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INDUSTRY, Direct. **Espectrômetro**. 2017. Disponível em: <<http://www.directindustry.com/pt/prod/perkinelmer/product-14711-1686702.html>>. Acesso em: 20 maio 2019.

KLEIN, Bruna. **REDUÇÃO DE BRUX E ACIDEZ EM SUCOS DE FRUTAS ATRAVÉS DE NANOFILTRAÇÃO**. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/92716/272500.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 29 maio 2019.

MELO, Nathália Ramos de; SOARES, Nilda de Fátima Ferreira; GONÇALVES, Maria Paula Junqueira C.. Nisina: um conservante natural para alimentos. **Revista Ceres**, v. 52, n. 304, p.1-2, mar. 2005. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3097/990>>. Acesso em: 19 fev. 2019

MOREIRA, Matheus Romano Liberato Freire. **Caracterização do óleo extraído da casca e coroa do abacaxi (Ananas comosus L. Merrill)**. Natal: Nov. de 2017. Disponível em: <[https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5331/1/Caracterizacaodooleo\\_Monografia.pdf](https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/5331/1/Caracterizacaodooleo_Monografia.pdf)>. Acesso em: 08 abr. 2019.

OS ANTIOXIDANTES. **Food Ingredients Brasil**. São Paulo, n. 6, p.16-30, 2009. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

PAVIA, Donald L. et al. **Introdução à Espectroscopia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

POLÔNIO, Maria Lúcia Teixeira; PERES, Frederico. **Consumo de aditivos alimentares e efeitos à saúde: desafios para a saúde pública brasileira.** 2009. 14 p. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v25n8/02.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

PILLING, Prof. Dr. Sergio. **Prática 11 – Refratometria. Determinação do índice de refração de líquidos.** São José dos Campos. Disponível em: <[https://www1.univap.br/spilling/FQE2/FQE2\\_EXP11\\_Refratometria.pdf](https://www1.univap.br/spilling/FQE2/FQE2_EXP11_Refratometria.pdf)>. Acesso em: 28 maio 2019.

RUGGIERO, Carlos; MARIN, Sérgio Lúcio David; DURIGAN, José Fernando. Mamão, uma História de Sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. , p.76-82, out. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a11v33nspe1.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SANTOS, Cláudia Mendes dos. **Caracterização e utilização de subprodutos do mamão (Carica papaya L.).** 2015. 154 p. Tese (Doutorado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10284/2/TESE\\_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20subprodutos%20do%20mam%C3%A3o%20%28Carica.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10284/2/TESE_Caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20e%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20de%20subprodutos%20do%20mam%C3%A3o%20%28Carica.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2019.

SCHERER, Rodrigo; RYBKA, Ana Cecília Poloni; GODOY, Helena Teixeira. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. **Quím. Nova**, São Paulo , v. 31, n. 5, p. 1137-1140, 2008 . Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422008000500039&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000500039&lng=pt&nrm=iso)>. acessos em 11 maio. 2019.

UFSM. **ESPECTROMETRIA NO INFRAVERMELHO.** Disponível em: <[http://coral.ufsm.br/quimica\\_organica/images/IV.pdf](http://coral.ufsm.br/quimica_organica/images/IV.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2019.