



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÂNICA E INORGÂNICA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA BACHARELADO**

**ALÉXIA VIEIRA GOMES FONTENELE**

**POTENCIAL QUÍMICO-FUNCIONAL PARA A VALORIZAÇÃO DE MELÕES  
PERDIDOS NO CAMPO COMO FRUTOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS**

**FORTALEZA**

**2025**

ALÉXIA VIEIRA GOMES FONTENELE

POTENCIAL QUÍMICO-FUNCIONAL PARA A VALORIZAÇÃO DE MELÕES  
PERDIDOS NO CAMPO COMO FRUTOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Química.

Orientador Pedagógico: Prof. Dr. Marcos Carlos de Mattos.

Orientador Profissional: Dr. Adriano Lincoln Albuquerque Mattos.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

F763p Fontenele, Aléxia Vieira Gomes.

Potencial químico-funcional para a valorização de melões perdidos no campo como frutos não comercializáveis / Aléxia Vieira Gomes Fontenele. – 2025.

81 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Marcos Carlos de Mattos.

Coorientação: Prof. Dr. Adriano Lincoln Albuquerque Mattos.

1. Cucumis melo L. 2. Propriedades antioxidantes. 3. Compostos bioativos. 4. Óleo vegetal. 5. Aproveitamento de resíduos. I. Título.

CDD 540

---

ALÉXIA VIEIRA GOMES FONTENELE

POTENCIAL QUÍMICO-FUNCIONAL PARA A VALORIZAÇÃO DE MELÕES  
PERDIDOS NO CAMPO COMO FRUTOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS

Monografia apresentada ao Curso de Química Bacharelado do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Química.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Carlos de Mattos (Orientador Pedagógico)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Adriano Lincoln Albuquerque Mattos (Orientador Profissional)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

Prof. Dr. Men de sá Moreira de Souza Filho  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

À minha família, que sempre me apoiou e  
sempre me apoiará.

## AGRADECIMENTOS

Sou grata, acima de tudo, à minha família, que permitiu-me chegar até aqui, em especial, ao meu pai e à minha avó, que sempre me proporcionaram educação de qualidade, à minha mãe, que sempre me apoiou de todas as formas, deixando tudo mais leve, à minha irmã, que sempre foi uma inspiração e um incentivo, ao meu irmão, por me ajudar quando preciso, e ao Willy, meu alívio emocional em diversos momentos.

Agradeço também ao meu namorado, Marcus, por ter sido meu principal porto seguro nos últimos anos, sempre acreditando em mim, estando ao meu lado e fazendo tudo o que podia para me dar forças e ajudar a superar as fases difíceis e dolorosas, permitindo-me enfim finalizar este ciclo com mais alegria, tranquilidade, muito apoio e amor.

Aos meus orientadores profissionais na Embrapa Agroindústria Tropical, Prof. Dr. Men de sá Moreira de Souza Filho e Dr. Adriano Lincoln Albuquerque Mattos, e ao meu orientador pedagógico, Prof. Dr. Marcos Carlos de Mattos, pelos valorosos ensinamentos, ajudas e sugestões que possibilitaram o desenvolvimento do presente trabalho, sempre com paciência, respeito e simpatia. Aos meus colegas de estágio, Douglas e Luana, que colaboraram bastante nas fases iniciais do projeto e tornaram meu dia a dia mais leve.

À Universidade Federal do Ceará, aos professores que me acompanharam no decorrer da graduação e ao Colégio Dáulia Bringel, que me proporcionaram conhecimentos e experiências essenciais para o meu crescimento acadêmico e a para a elaboração deste estudo.

Aos meus amigos, com destaque para o Richardson e o Victor Hugo; meus padrinhos, Breno e Adriana; meus tios; e meus professores da escola, que sempre confiaram no meu potencial, em especial ao professor Jorge Luiz, que investiu em mim de diversas formas e me fez amar as aulas preparatórias para as olimpíadas de química, contribuindo para a escolha da minha carreira acadêmica.

À Dra. Karolina Costa de Sousa, engenheira de Pesca e Bióloga, Pesquisadora FUNCAP/ Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Prof. Dr. Bartolomeu Warlene Silva de Souza, Dr. em Engenharia Química e Biológica, professor do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará (UFC), e do programa de pós-graduação em Biotecnologia de Recursos Naturais e do programa de pós-graduação em Engenharia de Pesca – UFC, pela realização das análises de poder antioxidante, e a todos os colaboradores da Embrapa que me auxiliaram de alguma forma.

Agradeço à Embrapa Agroindústria Tropical, unidade de pesquisa vinculada à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pela oportunidade de estágio, que possibilitou o desenvolvimento das ações de pesquisa relacionadas ao meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), inserido no plano de trabalho do projeto de pesquisa da Embrapa Agroindústria Tropical, com o tema “Bioeconomia circular: uma estratégia inovadora e integrada para redução de perdas e agregação de valor à cadeia produtiva do melão”, integrante do sistema SEG/EMBRAPA com o código 20.23.03.048.00.00.

Por fim, agradeço a você, leitor, por se interessar pelo meu trabalho, ao qual tanto me dediquei.

“Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.” (TOLKIEN, 2000, p. 80).

## RESUMO

O presente trabalho investiga potenciais químico-funcionais de partes geralmente desperdiçadas de melões, tendo como objeto de estudo as sementes e placenta do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud), que corresponderam, em média, a 5,8% do fruto. Foram testados diferentes métodos de extração do óleo da semente, obtendo-se um rendimento máximo de 31,71% (p/p) com Soxhlet utilizando hexano, embora as extrações por prensagem e com etanol/água sejam alternativas mais seguras e sustentáveis. Avaliou-se a composição de ácidos graxos do óleo, verificando-se uma maior concentração de ácido linoleico (64,70-62,72%), seguido do ácido oleico (18,48-19,49%), além da presença dos ácidos palmítico (11,30-12,54%) e esteárico (5,52-5,25%). Já a placenta e o extrato hidroalcoólico da semente apresentaram uma composição rica em açúcares e compostos bioativos diversos, como GABA e catequina. Também foram realizados ensaios de atividade antioxidante nas três amostras, conferindo-se um elevado potencial, principalmente no óleo, em paralelo com a constatação de significativos teores de compostos fenólicos totais e flavonoides. Os resultados revelaram que essas partes subaproveitadas do melão Cantaloupe possuem propriedades e composições valiosas para aplicações nas indústrias alimentícias, cosméticas e farmacêuticas, podendo contribuir para a redução do desperdício anual de milhares de toneladas de melões perdidos em campo e promovendo a economia circular e a sustentabilidade no setor agroindustrial.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L.; propriedades antioxidantes; compostos bioativos; óleo vegetal; aproveitamento de resíduos.

## ABSTRACT

The present study investigates the chemical-functional potential of typically discarded parts of melons, focusing on the seeds and placentas of Cantaloupe melon (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud), which accounted for an average of 5.8% of the fruit. Different seed oil extraction methods were tested, obtaining a maximum yield of 31.71% (w/w) using Soxhlet with hexane, although pressing and ethanol/water extraction are safer and more sustainable alternatives. The fatty acid composition of the oil was evaluated, revealing a higher concentration of linoleic acid (64.70–62.72%), followed by oleic acid (18.48–19.49%), in addition to the presence of palmitic (11.30–12.54%) and stearic acids (5.52–5.25%). The placenta and the hydroalcoholic extract of the seed exhibited a composition rich in sugars and various bioactive compounds, such as GABA and catechin. Antioxidant activity assays were also performed on the three samples, confirming a high potential, especially in the oil, along with significant levels of total phenolic compounds and flavonoids. The results revealed that these underutilized parts of the Cantaloupe melon have valuable properties and compositions for applications in the food, cosmetic, and pharmaceutical industries, potentially contributing to the annual reduction of thousands of tons of melons lost in the field and promoting circular economy and sustainability in the agro-industrial sector.

**Keywords:** *Cucumis melo* L.; antioxidant properties; bioactive compounds; vegetable oil; waste valorization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Mapa do valor de produção de melão no Brasil em mil reais. ....	20
Figura 2	– Fórmula estrutural do ácido linoleico, oleico, palmítico e esteárico. ....	21
Figura 3	– Exemplos de estruturas químicas de compostos fenólicos: flavonóides, tocotrienóis, tocoferóis e ácidos fenólicos. ....	23
Figura 4	– Exemplo de esquema reacional do método Folin-Ciocalteau para a determinação de fenólicos. ....	24
Figura 5	– Exemplo de esquema reacional do método de sequestro do radical livre DPPH por compostos antioxidantes (ArOH). ....	24
Figura 6	– Exemplo de esquema reacional do método de quelação dos íons ferrosos (FIC). ....	25
Figura 7	– Avaliação do crescimento do mercado global de antioxidantes naturais de 2020 a 2030. ....	26
Figura 8	– Melão Cantaloupe ( <i>Cucumis melo</i> L. var. <i>cantalupensis</i> Naud) de 2,3 kg..	28
Figura 9	– Esquema do processo de separação das partes componentes do melão Cantaloupe. ....	29
Figura 10	– Análise de umidade das sementes de melão na balança com aquecimento por infravermelho. ....	30
Figura 11	– Reator e material filtrado da extração com etanol/água do óleo da semente do melão. ....	31
Figura 12	– Sistema de extração com Soxhlet do óleo da semente do melão. ....	32
Figura 13	– Óleos da semente do melão obtidos por extração com etanol/água 2:1, por prensagem e com Soxhlet. ....	41
Figura 14	– Cromatograma obtido no CG-EM do óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	43
Figura 15	– Cromatograma obtido no CG-EM do óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	43
Figura 16	– Espectro obtido no CG-EM para o palmitato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	44
Figura 17	– Espectro obtido no CG-EM para o palmitato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	45

Figura 18	– Espectro obtido no CG-EM para o linoleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	45
Figura 19	– Espectro obtido no CG-EM para o linoleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	45
Figura 20	– Espectro obtido no CG-EM para o oleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	46
Figura 21	– Espectro obtido no CG-EM para o oleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	46
Figura 22	– Espectro obtido no CG-EM para o estearato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	46
Figura 23	– Espectro obtido no CG-EM para o estearato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	47
Figura 24	– Espectro de $^1\text{H}$ RMN representativo da placenta liofilizada do melão. ....	48
Figura 25	– Espectro de $^1\text{H}$ RMN representativo do extrato hidroalcoólico da semente de melão. ....	49
Figura 26	– Cromatograma de CG-EM do extrato hidroalcoólico da semente de melão derivatizado com MSTFA. ....	50
Figura 27	– Capacidade de sequestro do radical DPPH do controle positivo (ácido ascórbico - Ac. Asc.) e do óleo de melão (OM) nas concentrações de 50 a 1.000 $\mu\text{g/mL}$ . ....	54
Figura 28	Poder de quelação de íons ferrosos (FIC) das amostras de melão e do controle positivo EDTA nas concentrações de 50 a 1.000 $\mu\text{g/mL}$ . ....	55
Figura 29	– Poder de redução de íons férricos (FRAP), expresso em valores de absorbância monitorada em 700 nm, das amostras de melão e controle BHT nas concentrações de 50 a 1.000 $\mu\text{g/mL}$ . ....	57
Figura 30	– Atividade inibitória do branqueamento do $\beta$ -caroteno (BCB) das amostras de melão e do ácido ascórbico nas concentrações de 50 a 1.000 $\mu\text{g/mL}$ . ....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Registros na literatura da composição de ácidos graxos no óleo da semente do <i>Cucumis melo</i> L. e do melão Cantaloupe especificamente. ....	21
Tabela 2 – Registros na literatura da concentração de fitosteróis, vitamina E e fenólicos no óleo da semente do <i>Cucumis melo</i> L. ....	22
Tabela 3 – Tratamento estatístico com os dados de massa do fruto inteiro, casca, sementes, polpa e placenta do melão Cantaloupe. ....	39
Tabela 4 – Umidade das sementes antes e após secagem na estufa. ....	40
Tabela 5 – Rendimentos obtidos das extrações de óleo (%) e porcentagem de óleo nas sementes de melão relatada na literatura. ....	41
Tabela 6 – Análise no CG-EM de ácidos graxos do óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem. ....	44
Tabela 7 – Análise no CG-EM de ácidos graxos do óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1). ....	44
Tabela 8 – Teores dos compostos fenólicos totais (CFT), expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama (g) das amostras EHSM, RPML e OM. ....	51
Tabela 9 – Teores de flavonoides (TF), expressos em mg de equivalentes de quercetina (EQ) por grama (g) das amostras EHSM, RPML e OM. ....	52
Tabela 10 – Capacidade de sequestro do radical DPPH do óleo de melão (OM) nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL. ....	53
Tabela 11 – Poder de quelação de íons ferrosos (FIC) das amostras EHSM e RPML nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL. ....	55
Tabela 12 – Poder de redução de íons férricos (FRAP), expresso em valores de absorbância monitorada em 700 nm, das amostras de melão nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL. ....	57
Tabela 13 – Atividade inibitória do branqueamento do β-caroteno (BCB) das amostras de melão nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BCB	Branqueamento do $\beta$ -caroteno-ácido linoleico ( $\beta$ -carotene-linoleic acid bleaching)
BHA	Butil-hidroxi-anisol
CFT	Compostos fenólicos totais
CG-EM	Cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazina
EAG	Equivalentes de Ácido Gálico
ECB	Emulsão com $\beta$ -caroteno
ESB	Emulsão sem $\beta$ -caroteno
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FIC	Quelação de íons ferrosos (Ferrous Ion Chelating)
FRAP	Poder antioxidante de redução de íons férricos (Ferric Reducing Antioxidant Power)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MSTFA	<i>N</i> -trimetilsilil- <i>N</i> -metil trifluoroacetamida
MUFA	Ácidos graxos monoinsaturados (Monounsaturated Fatty Acids)
PUFA	Ácidos graxos poliinsaturados (Polyunsaturated Fatty Acids)
RMN	Ressonância Magnética Nuclear
SFA	Ácidos graxos saturados (Saturated Fatty Acids)
TCA	Ácido tricloroacético
TF	Teores de flavonoides
TMS	Trimetilsilila
TMSP	Propionato de 3-trimetilsilil sódio
TNT	Tecido Não Tecido
TPTZ	2,4,6-Tris(2-Piridil)-S-Triazina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>O melão e sua produção no Brasil .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Óleo da semente do melão .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Atividade antioxidante .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>28</b>
<b>4.1</b>	<b>Preparo dos melões e suas partes componentes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.2</b>	<b>Tratamento das sementes .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>Extração com etanol/água (2:1) do óleo da semente e obtenção do extrato hidroalcoólico da semente .....</b>	<b>30</b>
<b>4.4</b>	<b>Extração por prensagem do óleo da semente .....</b>	<b>31</b>
<b>4.5</b>	<b>Extração com Soxhlet do óleo da semente .....</b>	<b>31</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise dos óleos extraídos por prensagem e com etanol/água (2:1) .....</b>	<b>32</b>
<b>4.6.1</b>	<b><i>Esterificação dos ácidos graxos presentes no óleo da semente de melão .....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.6.2</b>	<b><i>Cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) .....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.7</b>	<b>Análise do índice de acidez do óleo extraído por Soxhlet .....</b>	<b>33</b>
<b>4.8</b>	<b>Determinação de antioxidantes no extrato hidroalcoólico da semente, na placenta liofilizada e no óleo da semente do melão .....</b>	<b>33</b>
<b>4.8.1</b>	<b><i>Determinação dos teores de compostos fenólicos totais (CFT) .....</i></b>	<b>34</b>
<b>4.8.2</b>	<b><i>Determinação dos teores de flavonoides (flavonóis e flavonas do subgrupo luteolina) (TF) .....</i></b>	<b>34</b>
<b>4.8.3</b>	<b><i>Determinação da atividade antioxidante in vitro .....</i></b>	<b>35</b>
<b>4.8.3.1</b>	<b><i>Capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH) .....</i></b>	<b>35</b>
<b>4.8.3.2</b>	<b><i>Poder de quelação de íons ferrosos (FIC) .....</i></b>	<b>35</b>
<b>4.8.3.3</b>	<b><i>Poder de redução de íons férricos (FRAP) .....</i></b>	<b>36</b>
<b>4.8.3.4</b>	<b><i>Atividade inibitória do branqueamento do β-caroteno (BCB) .....</i></b>	<b>37</b>
<b>4.9</b>	<b>Caracterização da placenta liofilizada e do extrato hidroalcoólico do melão .....</b>	<b>37</b>

4.9.1	<i>Análise em RMN da placenta e do extrato hidroalcoólico da semente do melão</i>	37
4.9.2	<i>Análise em CG-EM da placenta e do extrato hidroalcoólico da semente do melão</i>	38
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	39
5.1	Parâmetros físicos dos melões e seu aproveitamento	39
5.2	Tratamento de sementes	40
5.3	Rendimentos das extrações	41
5.4	Caracterização do óleo da semente, do extrato hidroalcoólico da semente e da placenta liofilizada do melão	43
5.4.1	<i>Composição de ácidos graxos dos óleos extraídos por prensagem e com etanol/água (2:1)</i>	43
5.4.2	<i>Índice de acidez do óleo extraído por Soxhlet da semente do melão</i>	48
5.4.3	<i>Caracterização da placenta liofilizada e do extrato hidroalcoólico da semente do melão</i>	48
5.5	Determinação de propriedades antioxidantes na placenta liofilizada, no extrato hidroalcoólico da semente e no óleo da semente do melão Cantaloupe	50
5.5.1	<i>Teores de fenólicos totais (CFT)</i>	51
5.5.2	<i>Teores de flavonoides (flavonóis e flavonas do subgrupo luteolina) (TF)</i>	52
5.5.3	<i>Determinação da atividade antioxidante in vitro</i>	53
5.5.3.1	<i>Capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH)</i>	53
5.5.3.2	<i>Poder de quelação de íons ferrosos (FIC)</i>	54
5.5.3.3	<i>Poder de redução de íons férricos (FRAP)</i>	56
5.5.3.4	<i>Atividade inibitória do branqueamento do β-caroteno (BCB)</i>	57
5.5.4	<i>Considerações sobre o poder antioxidante das amostras do melão Cantaloupe</i>	58
6	<b>CONCLUSÃO</b>	60
	<b>REFERÊNCIAS</b>	61
	<b>APÊNDICE A – TABELA COM VALORES DE ABSORBÂNCIA, MONITORADA EM 765 nm (MÉDIA ± DESVIO PADRÃO), DE ACORDO COM AS CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE ÁCIDO GÁLICO, VARIANDO DE 25 A 200 µg/mL</b>	67
	<b>APÊNDICE B – CURVA PADRÃO DE ABSORBÂNCIA DO ÁCIDO GÁLICO A 765 nm, NAS CONCENTRAÇÕES DE 25 A 150 µg/mL,</b>	68

USADA PARA QUANTIFICAR OS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT) DAS AMOSTRAS DE MELÃO EHSM, RPML E OM .....	
APÊNDICE C – TABELA COM OS VALORES DE ABSORBÂNCIA, MONITORADA EM 425 nm (MÉDIA $\pm$ DESVIO PADRÃO), DE ACORDO COM AS CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE QUERCETINA, VARIANDO DE 10 A 200 $\mu$ g/mL .....	69
APÊNDICE D – CURVA PADRÃO DE ABSORBÂNCIA DA QUERCETINA A 425 nm, NAS CONCENTRAÇÕES DE 10 A 200 $\mu$ g/mL, USADA PARA QUANTIFICAR OS TEORES DE FLAVONOIDES (TF) DAS AMOSTRAS DE MELÃO .....	70
APÊNDICE E – TABELA COM A CAPACIDADE DE SEQUESTRO DO RADICAL DPPH (%) DO CONTROLE POSITIVO (ÁCIDO ASCÓRBICO) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 $\mu$ g/mL .....	71
APÊNDICE F – TABELA COM O PODER DE QUELAÇÃO DE ÍONS FERROSOS (FIC) (%) DO CONTROLE POSITIVO (EDTA) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 $\mu$ g/mL .....	72
APÊNDICE G – TABELA COM O PODER DE REDUÇÃO DE ÍONS FÉRRICOS (FRAP), EXPRESSO EM VALORES DE ABSORBÂNCIA MONITORADA EM 700 nm, DO CONTROLE POSITIVO BUTIL HIDROXIANISOL (BHA) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 $\mu$ g/mL .....	73
APÊNDICE H – TABELA COM A ATIVIDADE INIBITÓRIA DO BRANQUEAMENTO DO $\beta$ -CAROTENO (BCB) (%) DO CONTROLE POSITIVO (ÁCIDO ASCÓRBICO) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 $\mu$ g/mL .....	74
APÊNDICE I – TABELA DE MASSA (EM g) DOS MELÕES INTEIROS E DE SUAS CASCAS, SEMENTES, POLPAS E PLACENTAS .....	75
APÊNDICE J – TABELA DE INTEGRAÇÃO DE PICOS OBTIDOS NO CG-EM DO ÓLEO DERIVATIZADO DA SEMENTE DO MELÃO EXTRAÍDO POR PRENSAGEM .....	76
APÊNDICE K – TABELA DE INTEGRAÇÃO DE PICOS OBTIDOS NO CG-EM DO ÓLEO DERIVATIZADO DA SEMENTE DO MELÃO .....	77

<b>EXTRAÍDO POR ETANOL/ÁGUA 2:1. ....</b>	
<b>ANEXO A – ESPECTRO DE MASSAS PARA O ÁCIDO PALMÍTICO CONSTADO NA LITERATURA. ....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO B – ESPECTRO DE MASSAS PARA O LINOLEATO DE METILA CONSTADO NA LITERATURA. ....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXO C – ESPECTRO DE MASSAS PARA O OLEATO DE METILA CONSTADO NA LITERATURA. ....</b>	<b>80</b>
<b>ANEXO D – ESPECTRO DE MASSAS PARA O ESTEARATO DE METILA CONSTADO NA LITERATURA. ....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O melão (*Cucumis melo* L.) é o fruto do meloeiro, pertencente ao gênero *Cucumis* e à família Cucurbitaceae. Além de ser bastante consumido de forma fresca, devido à sua doçura e polpa suculenta, a fruta contém ainda diversos nutrientes e compostos bioativos, como antioxidantes, metabólitos primários, minerais e vitaminas, sendo então um alimento nutritivo e promotor da saúde, ajudando no tratamento e prevenção de doenças (MANCHALI; MURTHY, 2020).

No Brasil, a produção de melão se destaca na região nordeste, sendo o Rio Grande do Norte o maior produtor, seguido da Bahia e do Ceará. Em 2023, foram produzidas no país 862.387 toneladas de melão em uma área de 30.535 hectares, com um rendimento médio de 28.243 kg por hectares e um valor de produção de 1,255 bilhão de reais, aproximadamente o dobro do valor constado em 2021, de 628,352 milhões de reais (IBGE, 2023).

Porém, embora a alta produção, nem todo melão é de fato aproveitado. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 37% dos melões produzidos no Brasil em 2015 foram descartados, grande parte devido a fatores estéticos, como tamanho, formato e manchas, mesmo não alterando suas propriedades nutritivas (EMBRAPA, 2017). Além disso, a exemplo do *Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud (melão Cantaloupe), cerca de 32% de seu peso corresponde a partes que geralmente não são consumidas, sendo 25% de casca e 7% de sementes (FUNDO, 2017).

Nessa perspectiva, uma das preocupações mundiais é mitigar o desperdício de comida, buscando-se sua redução em 50% até 2030 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015). Um dos meios de atingir esse objetivo é o investimento em pesquisas que visem agregar valor aos resíduos da agroindústria, para que sejam utilizados no desenvolvimento de outros produtos, o que, além de contribuir positivamente com o meio ambiente, também gera um impacto socioeconômico ao criar ramificações no ciclo da comida, podendo englobar outros setores da indústria, o que caracteriza a economia circular (OSORIO et al., 2021).

Sob esse viés, o óleo extraído da semente do melão pode ser utilizado no desenvolvimento de produtos alimentares, farmacêuticos e cosméticos (AHMAD et al., 2019; GÓRNAŚ; RUDZIŃSKA, 2016; MANK; POLONSKA, 2016; ZHANG et al., 2024c), uma vez que possui atividade antioxidante e é constituído, principalmente, por ácidos graxos, como o ácido linoleico, oleico, palmítico e esteárico (ZHANG et al., 2024c; RABADÁN et al., 2020), os quais podem desempenhar importantes funções metabólicas, estruturais e sinalizadoras no

organismo humano e auxiliar na prevenção de doenças cardiovasculares (NELSON et al., 2014), além de estarem presentes naturalmente na pele humana, formando uma importante barreira protetora (KUNIK et al., 2022).

Ademais, o tecido placentário do melão possui, em sua composição, compostos antioxidantes, como carotenoides, fenólicos e flavonoides (NATTAPORN; PRANEE, 2011), e estudos revelam que há uma maior presença de ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA) na placenta que na polpa da fruta, o que indica que o tecido possui um elevado potencial antioxidante, podendo ser uma possível fonte para a formulação de suplementos alimentares (TOYOIZUMI et al., 2020) e cosméticos de cuidado com a pele (CHARNVANICH; SINGPANNA; PANAPISAL, 2024).

Portanto, cumprindo a urgência de minimizar desperdícios de alimentos, em escala com a crescente produção de melões e suas consequentes perdas em campo, este trabalho visa o estudo da composição de extratos da semente e do tecido placentário do melão Cantaloupe, com foco no seu potencial antioxidante e na identificação dos ácidos graxos presentes no óleo, discutindo seus possíveis interesses para as indústrias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O melão e sua produção no Brasil

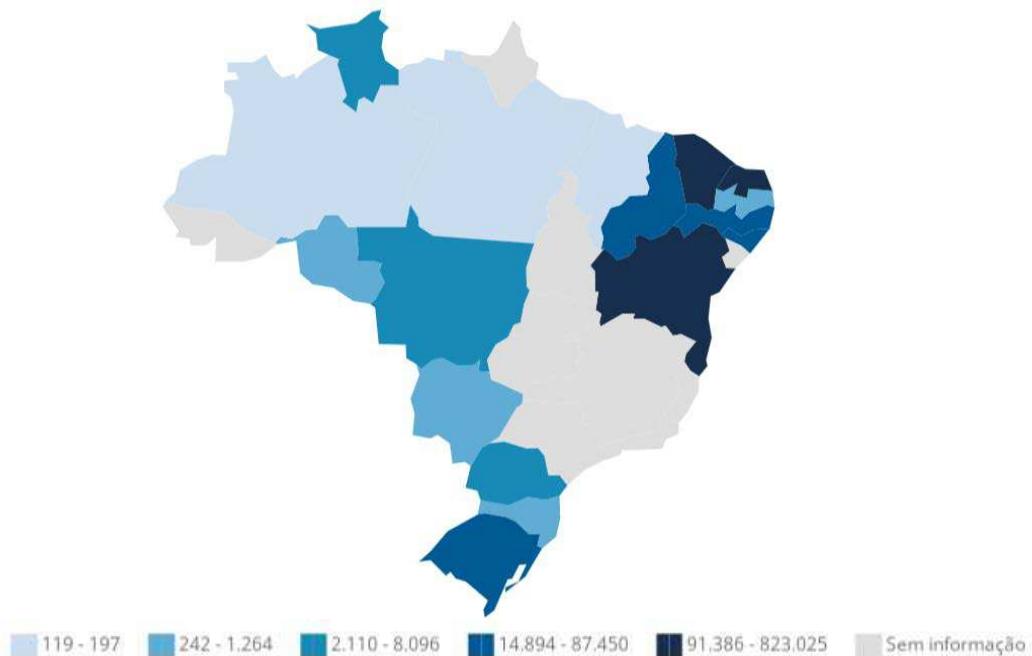
Os melões, cultivados há, ao menos, 4000 anos, são frutas da espécie *Cucumis melo* L., do gênero *Cucumis*, da família Cucurbitaceae e possuem diversas variações, com 19 grupos botânicos sugeridos: *agrestis*, *kachri*, *chito*, *tibish*, *acidulus*, *momordica*, *conomon*, *makuwa*, *chinensis*, *flexuosus*, *chate*, *dudaim*, *chandalak*, *indicus*, *ameri*, *cassaba*, *ibericus*, *inodorus*, *cantalupensis*, existindo também subdivisões em alguns (PITRAT, 2016).

Diferente de especulações anteriores de que o gênero *Cucumis* havia se originado na África, estudos mais recentes indicam que sua origem é asiática, mais especificamente na Índia, possuindo ancestrais próximos ao melão também na Austrália (SEBASTIAN et al., 2010). Essas regiões de origem são tropicais, com características climáticas de regiões semiáridas, assim como a região Nordeste do Brasil, onde se concentra as maiores produções de melão do país, o que é justificado pela faixa de temperatura ideal para o cultivo do meloeiro ser entre 20°C e 35°C (FIGUEIRÊDO; GONDIM; ARAGÃO, 2017). Com essas condições, o melão apresenta um maior crescimento e teor de açúcares, proporcionando sabor, aroma e consistência mais agradáveis (COSTA, 2017).

Dentre os grupos doces, dois são mais cultivados no Brasil: *Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud e *Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud. O melão conhecido no mercado nacional como Cantaloupe pertence ao grupo *cantalupensis*, é arredondado e possui casca verde clara, rendilhada e polpa de cor alaranjada, bastante doce e aromática, sendo um dos mais comercializados no mundo e de crescente interesse no país (FIGUEIRÊDO; GONDIM; ARAGÃO, 2017; COSTA, 2017).

O comércio de melão no Brasil se iniciou na década de 1970 (FIGUEIRÊDO; GONDIM; ARAGÃO, 2017) e se concentra, atualmente, principalmente na região Nordeste, como demonstrado na figura 1. Segundo dados do IBGE (2023), em 2023, o estado do Rio Grande do Norte foi o maior produtor, com uma produção de 604.566 toneladas, seguido da Bahia, com 85.341 t, e do Ceará, com 65.887 t, sendo produzidas, no país, 862.387 t, em uma área de 30.535 hectares, com um rendimento médio de 28.243 kg por hectares e um valor de produção de 1,255 bilhão de reais.

Figura 1 – Mapa do valor de produção de melão no Brasil em mil reais.



Fonte: Adaptado de IBGE (2023).

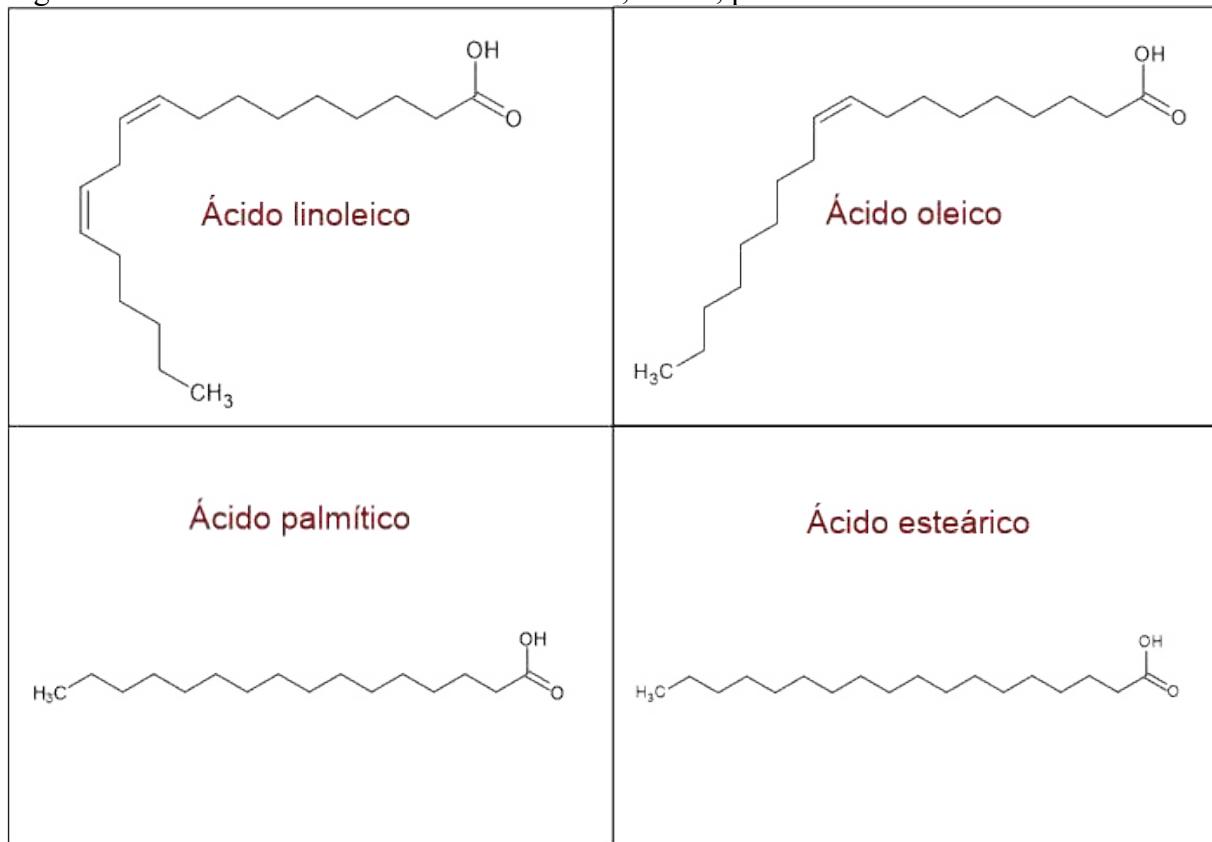
Nota: Os dados da legenda estão expressos em mil reais.

Em meio à produção, em 2015, cerca de 195 mil toneladas de melão foram perdidas em campo no Brasil, devido a fatores estéticos, correspondendo a 37% do total produzido e 7 mil hectares de cultura, o que não inclui as perdas em transporte, supermercados e domicílio (EMBRAPA, 2017). Além disso, apenas algumas partes da fruta são consumidas, geralmente a polpa e o suco, que correspondem a respectivamente 23% e 42% do melão Cantaloupe, enquanto as sementes e a casca não são aproveitadas, representando, respectivamente, 7% e 25% de partes desperdiçadas (FUNDO, 2017).

## 2.2 Óleo da semente do melão

O óleo da semente do melão, assim como outros óleos vegetais, possui ácidos graxos em sua composição. Na tabela 1 estão expostas as proporções dos principais ácidos graxos registrados na literatura para o óleo da semente de melões diversos e do melão Cantaloupe, havendo uma maior presença do ácido linoleico, seguido do ácido oleico, do ácido palmítico e do ácido esteárico em quase todos os casos. As fórmulas moleculares desses ácidos graxos estão representadas na figura 2.

Figura 2 – Fórmula estrutural do ácido linoleico, oleico, palmítico e esteárico.



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 1 – Registros na literatura da composição de ácidos graxos no óleo da semente do *Cucumis melo* L. e do melão Cantaloupe especificamente.

Ácido graxo	<i>Cucumis melo</i> L. <sup>a-i</sup>	Melão Cantaloupe <sup>e, g, h, i</sup>
Ácido linoleico (C18:2)	45,9-75,7%	54,2-75,7%
Ácido oleico (C18:1)	8,6-36,96%	8,6-25,41%
Ácido palmítico (C16:0)	4,96-23,878%	9,1-10,8%
Ácido esteárico (C18:0)	3,01-9,564%	4,3-7,40%

Fonte: Elaborada pela autora, com base em Ahmad et al. (2019)<sup>a</sup>, Mehra, Pasricha e Gupta (2015)<sup>b</sup>, Petkova e Antova (2015)<sup>c</sup>, Rabadán et al. (2020)<sup>d</sup>, Rezaie et al. (2024)<sup>e</sup>, Zhang e Du (2022)<sup>f</sup>, Zhang et al. (2024a)<sup>g</sup>, Zhang et al. (2024b)<sup>h</sup>, Zhang et al. (2024c)<sup>i</sup>.

Os ácidos graxos são cadeias de 4 a 24 carbonos terminadas com um grupo ácido carboxílico, podendo ser saturados (SFA), como o ácido palmítico ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) e o esteárico ( $C_{18}H_{36}O_2$ ), monoinsaturados (MUFA), como o ácido oleico ( $C_{18}H_{34}O_2$ ), e poliinsaturados (PUFA), como o ácido linoleico ( $C_{18}H_{32}O_2$ ), sendo as insaturações de configuração *cis* mais presentes na natureza. Essas moléculas caracterizam a unidade mais simples dos lipídeos e são, portanto, necessárias para o funcionamento do corpo humano. O ácido linoleico, por exemplo, é um ácido graxo essencial, devendo ser adquirido na dieta, já que não é produzido pelas células

animais (GROPPER, 2018).

Além dos ácidos graxos, como exposto na tabela 2, outros compostos bioativos também foram detectados em estudos da composição do óleo, como fitosteróis, fenólicos e vitamina E, os quais possuem atividade antioxidante (REZAIE et al., 2024).

Tabela 2 – Registros na literatura da concentração de fitosteróis, vitamina E e fenólicos no óleo da semente do *Cucumis melo* L.

Referência	Fitosteróis	Vitamina E	Fenólicos
Zhang et al. (2024c)	32,73–495,93 mg/100g	14,65–70,73 mg/ kg	–
Petkova; Antova (2015)	0,6%	435–828 mg/kg	–
Rezaie et al. (2024)	4,01–4,15%	545–640 mg/kg	85,5–94,2 mg EAG/100 g
Rabadán et al. (2020)	–	229,70–530,62 mg/kg	–
Zhang et al. (2024a)	223,1–425,1 mg/100 g	6,8–67,3 mg/100 g	–
Górnaś e Rudzińska (2016)	1,91 mg/g	–	–
Górnaś, Soliven e Segliña (2015)	–	72,1 mg/100 g	–

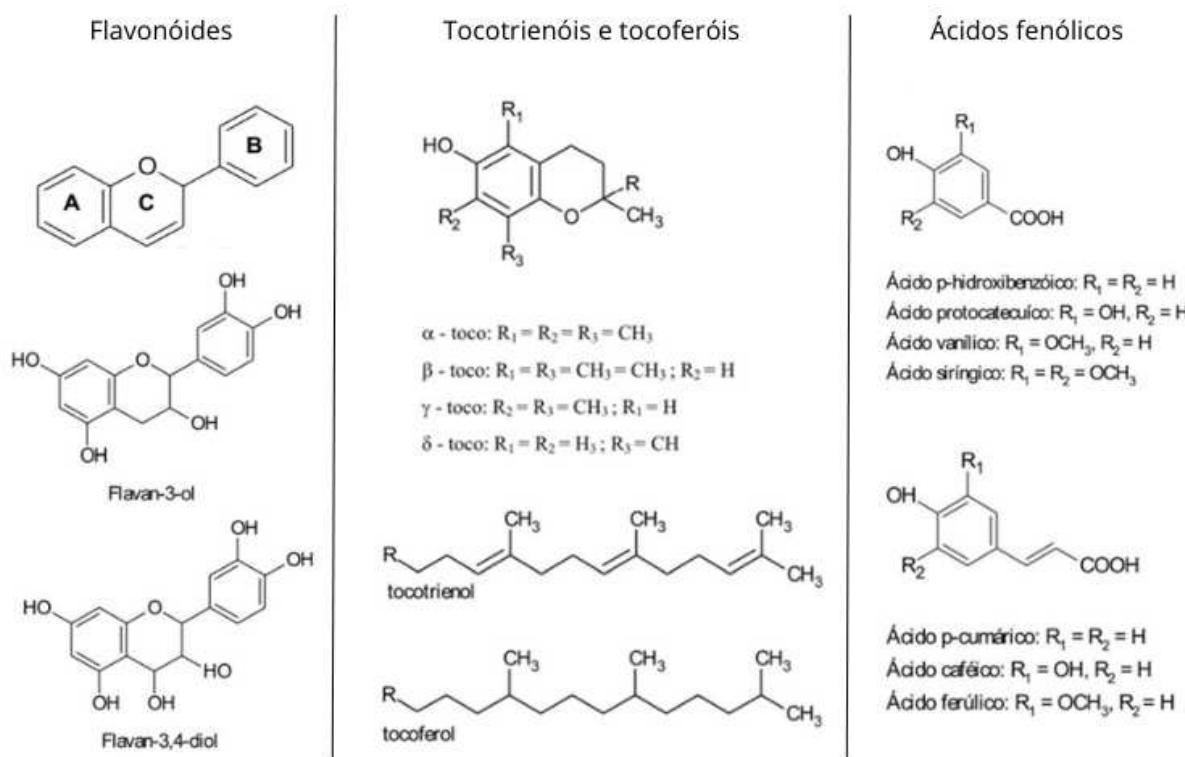
Fonte: Elaborada pela autora, com base em Górnáś; Soliven; Segliña (2015), Górnáś; Rudzińska (2016), Petkova; Antova (2015), Rabadán et al. (2020), Rezaie et al. (2024), Zhang et al. (2024a), Zhang et al. (2024c).

Devido à sua composição de ácidos graxos e sua atividade antioxidante, o óleo da semente do melão vem sendo estudado com potenciais aplicações para as indústrias de alimentos, cosméticos e fármacos (AHMAD et al., 2019; GÓRNAŚ; RUDZIŃSKA, 2016; MANK; POLONSKA, 2016; ZHANG et al., 2024c).

### 2.3 Atividade antioxidante

O corpo humano pode sofrer com estresse oxidativo, devido ao excesso de radicais livres nas células e tecidos, acarretando doenças degenerativas e cardiovasculares e acelerando o envelhecimento. Além disso, a oxidação de óleos e lipídeos, inclusive em alimentos, pode gerar substâncias tóxicas ao organismo (YASHIN et al., 2017). Nessa perspectiva, para amenizar processos oxidativos e combater os radicais livres, se faz necessário o consumo de substâncias bioativas com atividade antioxidante, como fenólicos (exemplificados na figura 3), vitaminas C e E e carotenoides, que podem ser obtidas naturalmente por meio de plantas (OLIVEIRA et al., 2015).

Figura 3 – Exemplos de estruturas químicas de compostos fenólicos: flavonóides, tocotrienóis, tocoferóis e ácidos fenólicos.



Fonte: Adaptado de Angelo e Jorge (2007).

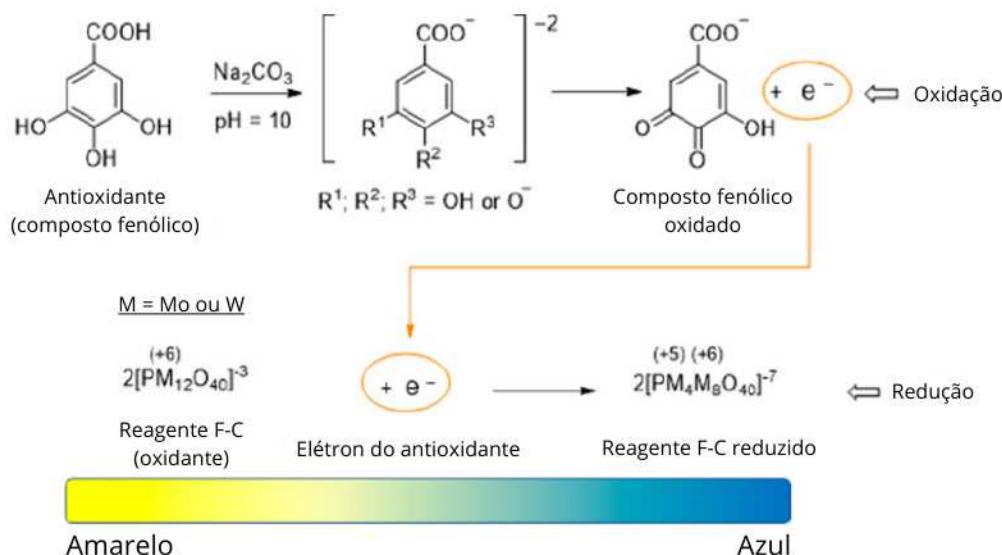
Estudos revelam que produtos derivados do melão possuem consideráveis concentrações de compostos antioxidantes (GÓMEZ-GARCÍA et al., 2020) e que cascas e sementes de frutas tropicais, incluindo o melão, são fontes promissoras dessas moléculas, com maior capacidade antioxidante que as polpas em várias dessas frutas (MORAIS et al., 2015), assim como a placenta, que também apresentou elevados níveis de compostos bioativos (TOYOIZUMI et al., 2020).

Existem então diversos métodos para determinar essa capacidade antioxidante de materiais, como o método Folin-Ciocalteau, o método de sequestro do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazina), o poder de redução de íons férricos (FRAP), o poder de quelação de íons ferrosos (FIC) e a avaliação da atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB). Todos os métodos citados geram mudança na coloração no meio, podendo então ser acompanhados com leituras de absorbâncias e se baseando em curvas de padrões para quantificações e estimativas (SUCUPIRA et al., 2012; VERONICA et al., 2023).

No método Folin-Ciocalteau, esquematizado na figura 4, os compostos fenólicos (antioxidantes) presentes na amostra são oxidados em meio básico, reduzindo o reagente de Folin-Ciocalteau (F-C) (oxidante), o qual possui coloração amarela e passa a ser azul,

protegendo, assim, moléculas importantes de possíveis oxidações (SADEER et al., 2020).

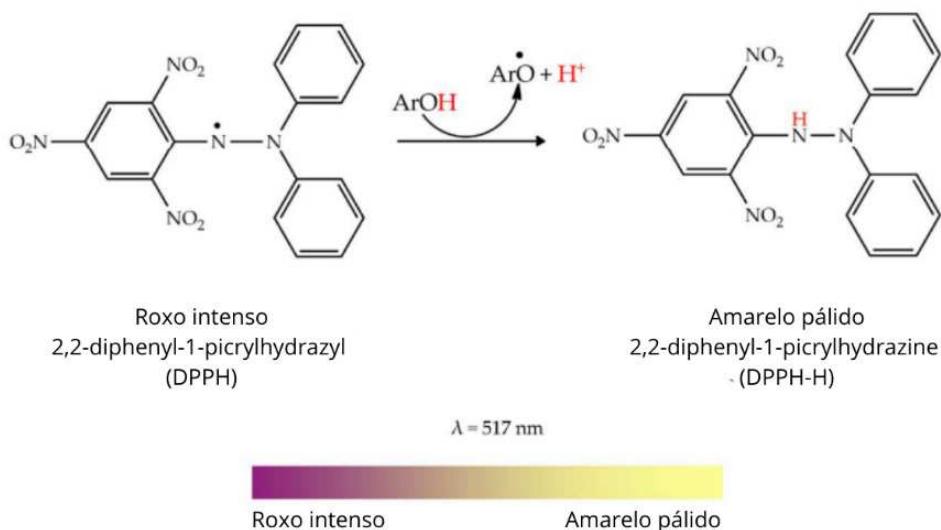
Figura 4 – Exemplo de esquema reacional do método Folin-Ciocalteau para a determinação de fenólicos.



Fonte: Adaptado de PÉREZ; DOMÍNGUEZ-LÓPEZ; LAMUELA-RAVENTÓS, 2023.

O método de sequestro do radical livre DPPH consiste na neutralização do radical DPPH, de cor roxa intensa, ao formar um par de elétrons com um hidrogênio doado pela espécie antioxidante, gerando gradualmente uma cor amarela pálida da forma reduzida (DPPH-H) (SADEER et al., 2020), assim como ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Exemplo de esquema reacional do método de sequestro do radical livre DPPH por compostos antioxidantes ( $\text{ArOH}$ ).

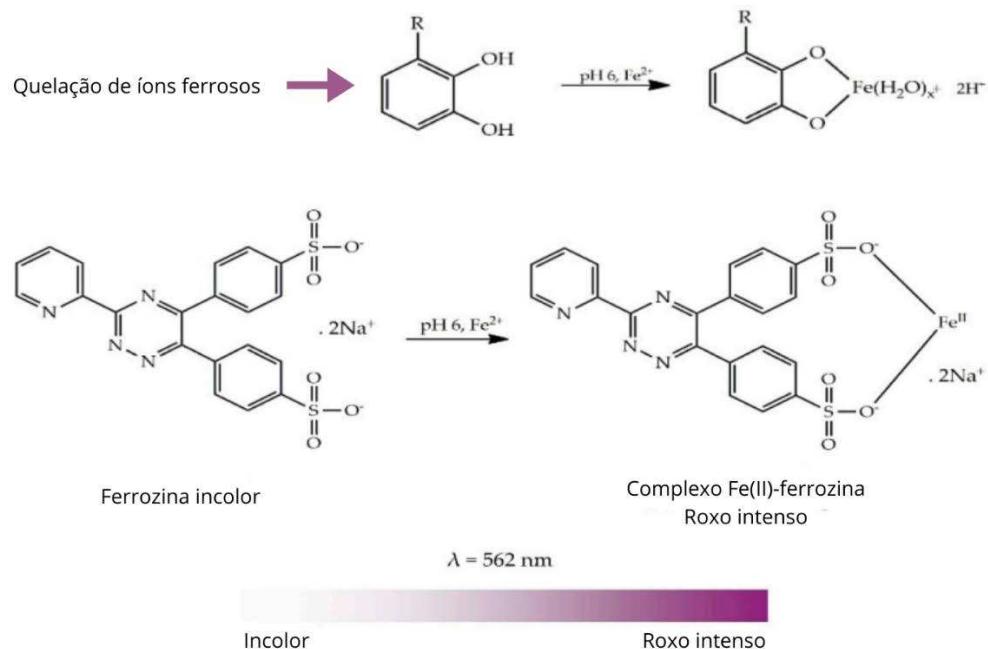


Fonte: Adaptado de SADEER et al., 2020.

No método de redução de íons férricos (FRAP), os íons ferro (III) complexados são reduzidos a complexos de ferro (II) pelos antioxidantes presentes, gerando uma coloração azul. Esse método pode ser realizado tanto com ferrocianeto de potássio (PFRAP), como com 2,4,6-Tris(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) para a formação dos complexos (SADEER et al., 2020).

Já no método de quelação dos íons ferrosos (FIC) (figura 6), a atividade antioxidante ocorre por meio da quelação dos íons ferrosos, impedindo que os mesmos causem estresses oxidativos, enquanto os íons ferro (II) livres formam complexos com o reagente ferrozina, de cor vermelha ou roxa intensa (SADEER et al., 2020).

Figura 6 – Exemplo de esquema reacional do método de quelação dos íons ferrosos (FIC).



Fonte: Adaptado de SADEER et al., 2020.

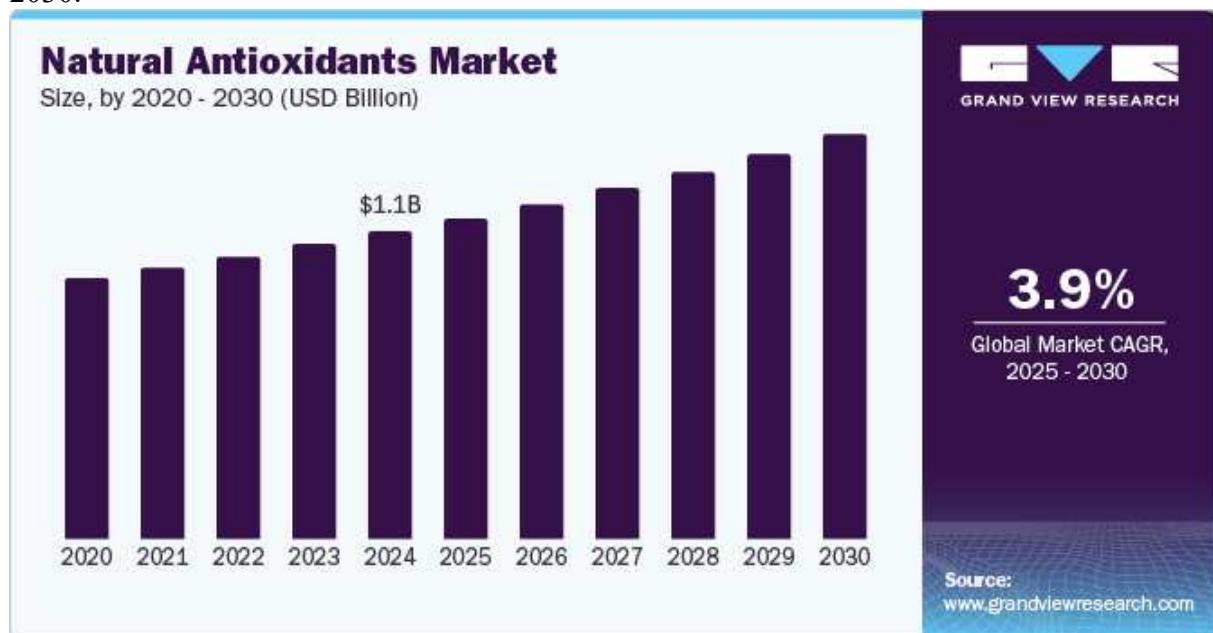
Por último, o método de avaliação da atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB) se baseia no impedimento da formação de radicais livres, gerados pela oxidação do ácido linoleico, que ocasionariam o branqueamento do  $\beta$ -caroteno, perdendo a cor alaranjada (SADEER et al., 2020).

Na literatura já há histórico de uso de alguns desses métodos em amostras de melão, por exemplo, compostos fenólicos totais já foram quantificados no óleo da semente do melão usando o método Folin-Ciocalteau por Mallek-Ayadi (2017), enquanto o método FRAP e o sequestro do radical livre DPPH já foram usados na determinação da atividade antioxidante em sementes do melão (ZHANG; LI; DIMITRIS CHARALAMPOPOULOS, 2024).

Como retratado na figura 7, o mercado global de antioxidantes naturais está em

expansão, tendo sido avaliado em USD 1,14 bilhão em 2024 e sendo prevista uma taxa de crescimento anual composta de 3,9% de 2025 até 2030. Esse crescimento se deve a uma conscientização e maior busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis, suplementos alimentares e alternativas a medicamentos e cosméticos mais eficientes, com funções mais benéficas e menos agressivas. Entre os antioxidantes mais populares estão as vitaminas C e E, os polifenóis e os carotenoides (GRAND VIEW RESEARCH, 2025).

Figura 7 – Avaliação do crescimento do mercado global de antioxidantes naturais de 2020 a 2030.



Fonte: Grand View Research, 2025.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Identificar o potencial químico-funcional antioxidante das partes componentes do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud), visando estabelecer subsídios técnicos para sua agregação de valor.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Quantificar estatisticamente partes componentes do melão Cantaloupe, de acordo com a massa de casca, polpa, placenta e sementes;
- Realizar testes preliminares de extração do óleo da semente melão Cantaloupe e avaliar seu perfil de ácidos graxos e potencial funcional;
- Caracterizar a placenta do melão Cantaloupe quanto a seu potencial químico e funcional antioxidante;
- Avaliar o potencial químico e funcional antioxidante do extrato hidroalcoólico derivado da extração do óleo da semente de melão.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Preparo dos melões e das suas partes componentes

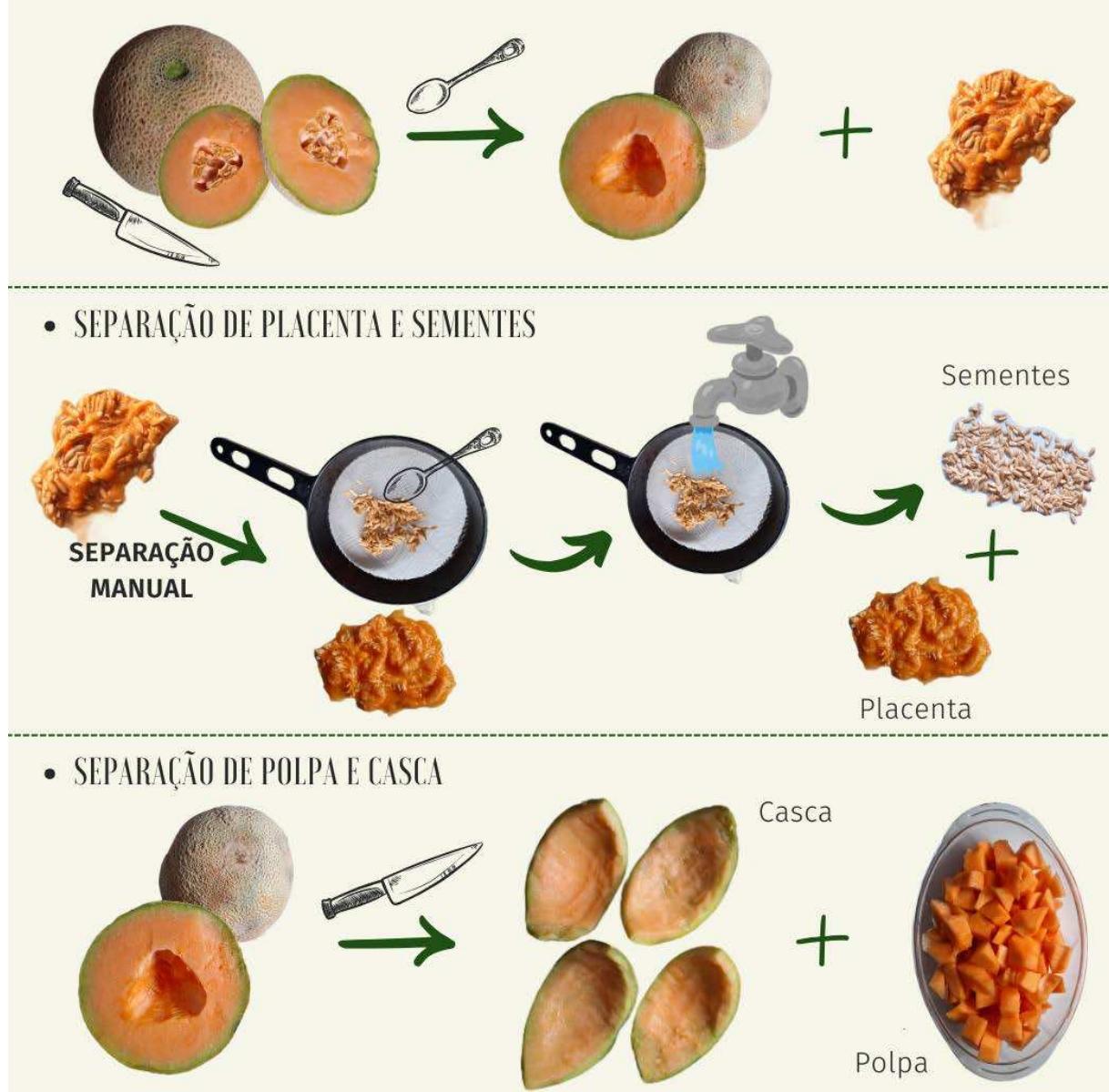
Os melões Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud) foram comprados no mercado local de Fortaleza-CE, sob o nome de melão japonês, representado na figura 8, e, para seu preparo, 30 deles foram inicialmente pesados individualmente e partidos ao meio para a retirada de sua placenta e sementes, as quais foram então separadas manualmente com o auxílio de uma peneira e uma colher. Em seguida, as placentas de cada melão foram pesadas, armazenadas refrigeradas a -80°C e depois liofilizadas por 3 dias, para serem então trituradas, enquanto as sementes foram lavadas em água corrente, pesadas, higienizadas em água clorada por 5 minutos e empacotadas, sendo guardadas em uma câmara fria. Por fim, isolou-se também as cascas para pesagem e as polpas foram destinadas para consumo. Esses procedimentos foram repetidos em um segundo lote de melões Cantaloupe, sem as etapas de pesagem. O processo de separação dos componentes do melão está esquematizado na figura 9.

Figura 8 – Melão Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud) de 2,3 kg.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 9 – Esquema do processo de separação das partes componentes do melão Cantaloupe.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.2 Tratamento das sementes

Separou-se três porções de cerca de duas gramas das sementes para análise de umidade em uma balança com aquecimento por infravermelho (figura 10) e se secou as demais em uma estufa a 50°C por 24 horas. Realizou-se então uma nova análise de umidade após a secagem e se expôs as outras sementes a vapor de água em intensa fervura em um sistema praticamente fechado, para cozer durante 40 minutos. Posteriormente, laminou-se as sementes em uma calandra (moinho de rolos) a 45°C, com rotação de 10 rpm.

Figura 10 – Análise de umidade das sementes de melão na balança com aquecimento por infravermelho.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.3 Extração com etanol/água (2:1) do óleo da semente e obtenção do extrato hidroalcoólico da semente

Inicialmente, triturou-se, em um moinho de facas, as sementes cozidas e laminadas do primeiro lote de melões. Em seguida, preparou-se o sistema de extração em um reator a 50°C com agitação de 150 rpm e se pesou a massa de semente laminada/moída, colocando-a no reator com uma proporção de 1:8 de massa (g) de sementes e volume (mL) de solvente, sendo esse composto de uma parte de água destilada para duas de etanol 95%. A extração durou cerca de 6 horas. Posteriormente, todo o material do reator foi submetido a uma filtração com um funil simples e papel filtro, além de um tecido a base de TNT para auxiliar uma prensagem final da matéria sólida. O filtrado foi, por fim, evaporado a vácuo. Após evaporação a vácuo com uma redução do volume do material hidroalcoólico a um quinto do volume inicial, o material concentrado a vácuo foi adicionado em um funil de separação da fase oleosa da hidroalcoólica, sendo esta última coletada na parte inferior do funil de separação e a oleosa na fase superior do funil. A fase superior contendo o óleo foi aquecida a 90°C em chapa de aquecimento por 15 min para remover algum excesso de mistura água/álcool residual no óleo. A fase hidroalcoólica (extrato) voltou a ser concentrada em evaporador a vácuo a um terço do volume para posterior liofilização do extrato, seguido de sua caracterização química e funcional. O reator e o filtrado estão ilustrados na figura 11.

Figura 11 – Reator e material filtrado da extração com etanol/água do óleo da semente do melão.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.4 Extração por prensagem do óleo da semente

Foram prensadas, em três partes, 65,29 g das sementes (cozidas, laminadas e moídas) do segundo lote de melões em uma prensa com 22 toneladas e 4,8 cm de diâmetro. Em seguida, o óleo extraído foi aquecido em banho maria para retirar a umidade e envazado. Também foi prensado com uma pressão de 1462 kgf/cm<sup>2</sup>, à temperatura ambiente, 65 g de sementes cozidas a vapor e laminadas, lavando-se quantitativamente a torta residual com hexano e, por fim, evaporando a vácuo o óleo extraído, destinado às análises de antioxidantes.

#### 4.5 Extração com Soxhlet do óleo da semente

Pesou-se três porções de 15 gramas de sementes cozidas a vapor e laminadas do segundo lote de melões, as quais foram colocadas em três papéis de filtro fechados. Procedeu-se a extração do óleo dessas sementes em três sistemas Soxhlet, representados na figura 12, com 400 mL de hexano em cada. Após iniciar o aquecimento, ocorreram pelo menos 22 extrações em cada sistema. Por fim, o solvente contendo o óleo extraído foi evaporado a vácuo e os rendimentos foram calculados.

Figura 12 – Sistema de extração com Soxhlet do óleo da semente do melão.



Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.6 Análise dos óleos extraídos por prensagem e com etanol/água (2:1)

##### 4.6.1 Esterificação dos ácidos graxos presentes no óleo da semente de melão

Solubilizou-se 100 mg de óleo em 3 mL de hexano e se adicionou 4,0 mL de solução de NaOH 0,50 mol/L em metanol. A mistura foi então aquecida em banho-maria, entre 60 e 70 °C, durante 5 minutos e, na sequência, adicionou-se 5,0 mL de reagente de esterificação, o qual foi preparado a partir da mistura de 10,0 g de cloreto de amônio, 300,0 mL de metanol e 15,0 mL de ácido sulfúrico concentrado. Realizou-se novamente um aquecimento em banho-maria (60-70 °C) por 5 minutos, para então adicionar 4,0 mL de solução saturada de NaCl. Posteriormente adicionou-se 3,0 mL de hexano e se descartou a fase aquosa, coletando-se a fase orgânica (superior). O solvente da fase orgânica foi evaporado a temperatura ambiente em capela química e os ésteres metílicos obtidos foram solubilizados em hexano para posterior injeção no cromatógrafo a gás.

##### 4.6.2 Cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM)

A análise por CG-EM foi realizada utilizando um equipamento Agilent GC-7890B acoplado ao detector MSD-5977A (quadrupolo), operando com ionização por impacto eletrônico a 70 eV. Utilizou-se uma coluna HP-5MS de metilpolissiloxano, com dimensões de

30 m x 0,25 mm x 0,25 µm (Agilent), e o gás carreador empregado foi o hélio, com fluxo de 1,00 mL/min. As temperaturas definidas foram: injetor a 250 °C, detector a 150 °C e linha de transferência a 280 °C. A programação do forno cromatográfico iniciou a 35 °C, com uma elevação de 15 °C/min até 180 °C, seguida de um aumento de 5 °C/min até 250 °C, mantida por 10 minutos. A identificação dos compostos foi efetuada mediante a comparação dos padrões de fragmentação dos espectros de massas com os dados presentes na base fornecida pelo equipamento (NIST versão 2.0 de 2012 – 243.893 compostos) e com informações da literatura.

#### 4.7 Análise do índice de acidez do óleo extraído por Soxhlet

Devido à pouca quantidade de óleo extraído, juntou-se o material das três extrações para realizar as análises. Seguindo a metodologia exposta em Instituto Adolfo Lutz (2008), pesou-se três porções de 2,00 g de óleo para análise em triplicata e se adicionou, em cada, 25 mL de solução de éter etílico e etanol (2:1) neutra e duas gotas de solução de fenolftaleína indicadora, homogeneizando-se. As misturas foram tituladas com uma solução padronizada de hidróxido de sódio 0,01 M ( $f=0,995$ ), até a mudança de cor para uma tonalidade rosada, persistindo por, pelo menos, 30 segundos. O índice de acidez foi então calculado segundo a equação 1, em que  $V_{(NaOH)}$  é o volume gasto da solução de hidróxido de sódio (NaOH) durante cada titulação,  $f$  é o fator de correção da padronização dessa solução,  $C_{(NaOH)}$  é a suposta concentração da solução (0,01 M), 56,106 g/mol é a massa molar do hidróxido de potássio (PUBCHEM, 2024), e  $P$  é a massa de óleo pesada para cada titulação. Os resultados foram expressos em mg KOH/g.

$$\text{Índice de Acidez (mg KOH/g)} = \frac{V_{(NaOH)} * f * M * 56,106 \text{ g mol}^{-1}}{P} \quad (1)$$

#### 4.8 Determinação de antioxidantes no extrato hidroalcoólico da semente, na placenta liofilizada e no óleo da semente do melão

Pesou-se 50 mg de cada amostra de melão e solubilizou-se em 25 mL de solvente. O extrato hidroalcoólico da semente do melão (EHSM) e o resíduo da placenta do melão liofilizada (RPML) foram solubilizados tanto em metanol como em água, enquanto o óleo do melão (OM) foi solubilizado em hexano. As soluções mãe de 2 mg/mL foram então diluídas para de 50, 100, 250, 500 e 1.000 µg/mL para os testes de antioxidantes.

#### **4.8.1 Determinação dos teores de compostos fenólicos totais (CFT)**

Para quantificar os compostos fenólicos totais (CFT), utilizou-se o método de Singleton e Rossi Jr (1965), conforme estudos de Ainsworth e Gillespie (2007) e Agbor, Vinson e Donnelly (2014). Inicialmente, foram coletadas alíquotas de 100 µL de cada solução de amostra, as quais foram misturadas com 200 µL de solução de Folin-Ciocalteu a 10% e 800 µL de uma solução de carbonato de sódio a 7,5%. Após 2 horas de incubação à temperatura ambiente, 200 µL foram transferidos para microplacas de poliestireno de 96 poços e, em seguida, a absorbância foi medida a 765 nm (usando um equipamento Biochrom Asys, modelo UVM 340). Para o branco, substituiu-se a amostra por 100 µL de metanol a 95%, mantendo-se os demais reagentes inalterados. Elaborou-se uma curva padrão de ácido gálico (G7384, Sigma) (ver APÊNDICE B) preparada em concentrações de 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 e 200 µg/mL, com os dados de absorbâncias expostos no APÊNDICE A, gerando uma equação de reta para a faixa que manteve linearidade. Os resultados dos teores de CFT para as amostras foram então calculados e convertidos a partir dessa equação, expressos como média ± desvio padrão, em miligramas de equivalentes de ácido gálico (mg EAG) por grama (g) da amostra.

#### **4.8.2 Determinação dos teores de flavonoides (flavonóis e flavonas do subgrupo luteolina) (TF)**

Para quantificar os flavonoides (flavonóis e flavonas do grupo da luteolina), baseou-se nos procedimentos descritos por Ahn et al. (2007), Miguel et al. (2014) e Pękal e Pyrzynska (2014). Em microplacas de poliestireno com 96 poços, foram adicionados 100 µL das soluções de EHSM, RPML e OM, aos quais se somaram 100 µL de cloreto de alumínio em etanol a 2%. Após 1 hora de incubação à temperatura ambiente, as absorbâncias foram medidas a 425 nm, utilizando um leitor Biochrom Asys UVM 340. Também se preparou um branco, substituindo as amostras por 100 µL de metanol a 95%. Os teores de flavonoides foram apresentados como média ± desvio padrão, em miligramas de equivalentes de queracetina (mg EQ) por grama de amostra, com os valores determinados e convertidos a partir da equação de reta gerada por uma curva padrão construída com queracetina (33.795-1, Aldrich) (ver APÊNDICE D) em concentrações de 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 e 200 µg/mL, com os dados de absorbâncias expostos no APÊNDICE C.

#### 4.8.3 Determinação da atividade antioxidante in vitro

##### 4.8.3.1 Capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH)

Determinou-se a capacidade de sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) com modificações da metodologia de Blois (1958), descrita por Duan et al. (2006) e Kato et al. (2016). Em poços identificados como "amostra", adicionou-se separadamente 10 µL das soluções de EHSM, RPML e OM, seguidos de 190 µL de uma solução de DPPH em metanol (D9132, Sigma) a 78 µM. Nos poços designados "branco da amostra", foram combinados 10 µL das mesmas soluções com 190 µL de metanol. Já nos poços intitulados "controle negativo", depositaram-se 190 µL da solução metanólica de DPPH (78 µM) e 10 µL de metanol. Como controle positivo, foi empregado o L-ácido ascórbico (A5960, Sigma), testado nas concentrações de 50, 100, 250, 500 e 1.000 µg/mL, sendo submetido ao mesmo protocolo de tratamento aplicado às amostras de melão (EHSM, RPML e OM). Todas as microplacas de poliestireno de 96 poços, contendo as amostras, os brancos, o controle negativo e o controle positivo, foram incubadas por 30 minutos à temperatura ambiente e no escuro. Em seguida, as absorbâncias foram medidas a 517 nm utilizando o equipamento Biochrom Asys, modelo UVM 340. Calculou-se, conforme a equação 2, a capacidade de sequestro do radical DPPH, e os resultados foram apresentados como média ± desvio padrão, com três casas decimais, expressos em porcentagem, inclusive para o controle positivo (ver APÊNDICE E). Por fim, calculou-se o IC<sub>50</sub> para o óleo do melão a partir da equação de reta gerada por regressão linear da curva de DPPH (%) em função da concentração de óleo.

$$DPPH (\%) = \frac{[Abs_{CONTROLE\ NEGATIVO} - (Abs_{AMOSTRA} - Abs_{BRANCO})]}{Abs_{CONTROLE\ NEGATIVO}} \times 100\% \quad (2)$$

##### 4.8.3.2 Poder de quelação de íons ferrosos (FIC)

A determinação da capacidade de quelação de íons ferrosos (FIC) foi realizada utilizando o método proposto por Decker e Welch (1990) e adaptado por Wang, Jónsdóttier e Ólafsdóttir (2009). Em tubos de ensaio designados como "amostra", foram colocados individualmente 200 µL de EHSM, RPML e OE, aos quais se adicionaram 40 µL de solução de cloreto de ferro (II) (FeCl<sub>2</sub>) a 2 mM e 20 µL de ferrozina a 5 mM. Nos tubos rotulados como

"branco da amostra", a ferrozina foi substituída por água destilada, enquanto, nos tubos de "controle negativo", substitui-se o volume das amostras de melão por água destilada. Como controle positivo, empregou-se o sal dissódico de etilenodiaminotetraacético (EDTA) ( $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$  – E5134, Sigma) nas concentrações de 50, 100, 250, 500 e 1.000  $\mu g/mL$ , seguindo o mesmo procedimento utilizado para as amostras de melão. Todos os tubos foram incubados por 10 minutos em temperatura ambiente, e as leituras de absorbância foram realizadas a 562 nm, utilizando um equipamento Biochrom Asys, modelo UVM 340. Por fim, a capacidade de quelação de íons ferrosos, expressa em porcentagem, das amostras de melão e do controle positivo foi calculada segundo a equação 3, e os resultados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, com três casas decimais, inclusive para o controle positivo (ver APÊNDICE F).

$$FIC (\%) = \frac{[Abs_{CONTROLE\ NEGATIVO} - (Abs_{AMOSTRA} - Abs_{BRANCO})]}{Abs_{CONTROLE\ NEGATIVO}} \times 100\% \quad (3)$$

#### 4.8.3.3 Poder de redução de íons férricos (FRAP)

O poder de redução de íons férricos (FRAP) foi avaliado segundo o procedimento de Khatua, Roy e Acharya (2013). Em cada tubo, foram adicionados 100  $\mu L$  das amostras EHSM, RPML e OM, seguidos de 250  $\mu L$  de tampão fosfato 0,2 M (pH 6,6) e 250  $\mu L$  de solução de ferrocianeto de potássio a 1%. A reação então se procedeu incubada em banho-maria a 50 °C por 20 minutos. Após esse período e o resfriamento dos tubos, adicionou-se 250  $\mu L$  de ácido tricloroacético a 10% sob agitação intensa, interrompendo a reação, e os tubos foram centrifugados a 6.000 x g durante 10 minutos. Posteriormente, extraiu-se 250  $\mu L$  da camada superior de cada tubo, transferindo-os para tubos limpos, aos quais foram somados 250  $\mu L$  de água destilada e 50  $\mu L$  de cloreto férrico ( $FeCl_3$ ) a 0,1%. Após agitação, retirou-se uma alíquota de 200  $\mu L$  de cada tubo, que foi então distribuída em microplacas de poliestireno de 96 poços. A medição das absorbâncias foi realizada a 700 nm, utilizando um leitor Biochrom Asys, modelo UVM 340. Por fim, empregou-se o butil-hidroxi-anisol (BHA, B1253, Sigma) como controle positivo, em concentrações de 50, 100, 250, 500 e 1.000  $\mu g/mL$ , seguindo o mesmo protocolo das amostras de melão. Os resultados do FRAP foram expressos com três casas decimais, de acordo com as leituras de absorbância a 700 nm, inclusive para o controle positivo (ver APÊNDICE G).

#### 4.8.3.4 Atividade inibitória do branqueamento do $\beta$ -caroteno (BCB)

A determinação da atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB) para as amostras de EHSM, RPML e OM foi realizada em microplacas de 96 poços, utilizando o sistema composto por  $\beta$ -caroteno e ácido linoleico, conforme descrito por Duan et al. (2006). Inicialmente, foram transferidos 4 mL de uma solução de  $\beta$ -caroteno (C9750, Sigma) em clorofórmio, a 1 mg/mL, para um balão contendo 40 mg de ácido linoleico (L1376, Sigma) e 400 mg de Tween 40 (P1504, Sigma). Em paralelo, um segundo balão recebeu 4 mL de clorofórmio, 40 mg de ácido linoleico e 400 mg de Tween 40. O clorofórmio de ambos os balões foi evaporado a vácuo (Fisatom, modelo 802) e, em seguida, adicionou-se lentamente 100 mL de água destilada saturada com oxigênio ao resíduo semissólido, com agitação intensa por 1 minuto, até formar uma emulsão estável. A emulsão do primeiro balão foi denominada “emulsão com  $\beta$ -caroteno” (EC $\beta$ ), enquanto a do segundo, desprovida de  $\beta$ -caroteno, foi designada como “emulsão sem  $\beta$ -caroteno” (ES $\beta$ ), utilizada como branco. Nas microplacas, os poços foram denominados amostra (50  $\mu$ L das amostras de melão + 200  $\mu$ L da EC $\beta$ ), branco da amostra (50  $\mu$ L das amostras de melão + 200  $\mu$ L da ES $\beta$ ) e controle negativo ou controle da amostra (50  $\mu$ L de MeOH + 200  $\mu$ L de EC $\beta$ ). Após a preparação, as microplacas foram mantidas à temperatura ambiente (20 a 23 °C) e as absorbâncias foram medidas a 470 nm com um leitor Biochrom Asys, modelo UVM 340, tanto no tempo inicial (0 min) quanto no tempo final (após 300 min). Como controle positivo, utilizou-se L-ácido ascórbico (A5960, Sigma) nas concentrações de 50, 100, 250, 500 e 1.000  $\mu$ g/mL, seguindo o mesmo procedimento aplicado às amostras de melão. Por fim, a atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno foi calculada com base na equação 3 (DHONGADE; CHANDEWAR, 2013) e os resultados foram expressos em porcentagem, apresentados como média  $\pm$  desvio padrão com três casas decimais, inclusive para o controle positivo (ver APÊNDICE H).

$$BCB (\%) = \frac{(Abs_{AMOSTRA} - Abs_{BRANCO\ tempo\ final})}{(Abs_{AMOSTRA} - Abs_{BRANCO\ tempo\ inicial})} \times 100\% \quad (4)$$

#### 4.9 Caracterização da placenta liofilizada e do extrato hidroalcoólico do melão

##### 4.9.1 Análise em RMN da placenta e do extrato hidroalcoólico da semente do melão

Os espectros de ressonância magnética nuclear (RMN) foram adquiridos em um sistema Agilent DD2 operando a 600 MHz para  $^1\text{H}$ , equipado com uma sonda One Probe de 5 mm de diâmetro interno, configurada para detecção inversa ( $\text{H}-\text{F}/^{15}\text{N}-^{31}\text{P}$ ) e com gradiente de campo aplicado no eixo z. Para a preparação das amostras, aproximadamente 20 mg de cada material foram pesados e dissolvidos em 600  $\mu\text{L}$  de  $\text{D}_2\text{O}$  (99,9 %) contendo 0,1 % de propionato de 3-trimetilsilil sódio (TMSP-d<sub>4</sub>). A coleta dos espectros unidimensionais de  $^1\text{H}$  foi realizada com um intervalo de 25 segundos entre as aquisições, tempo de aquisição de 5,01 segundos, ganho configurado em 36 e 32 transientes, abrangendo uma faixa espectral de 16 ppm com 32.000 pontos reais, a 26 °C. Para identificar os constituintes presentes, foram obtidos espectros bidimensionais – COSY (correlação  $^1\text{H}-^1\text{H}$ ), HSQC (coerência quântica simples heteronuclear  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$ ) e HMBC (correlação heteronuclear de ligações múltiplas  $^1\text{H}-^{13}\text{C}$ ) – que foram comparados com dados de bancos de acesso aberto e referências na literatura.

#### 4.9.2 Análise em CG-EM do extrato hidroalcoólico da semente do melão

Para a análise por CG-EM, o extrato hidroalcoólico das sementes passou por derivatização com *N*-trimetilsilil-*N*-metil trifluoroacetamida (MSTFA). Nesse procedimento, 20 mg do extrato seco foram pesados em um tubo Eppendorf, aos quais foram adicionados 300  $\mu\text{L}$  de piridina e 150  $\mu\text{L}$  de MSTFA. A mistura foi incubada em banho seco a 37 °C por 30 minutos, com agitação a 500 rpm. Em seguida, uma alíquota foi transferida para um insert de vial e mantida na geladeira por 24 horas. Posteriormente, a amostra foi injetada em um sistema Agilent GC-7890B acoplado a um detector de massa seletivo Agilent MSD-5977A, operando com ionização por impacto eletrônico a 70 eV, e equipado com uma coluna HP-5MS de metilpolisiloxano (30 m × 0,25 mm × 0,25  $\mu\text{m}$ ). As condições do sistema incluíram uma divisão (split) de 1:10, injeção de 1  $\mu\text{L}$ , uso de hélio como gás carreador com fluxo de 1,00 mL/min e velocidade linear de 36,8 cm/s, além de temperaturas definidas de 250 °C para o injetor, 150 °C para o detector e 280 °C para a linha de transferência. O forno foi programado para iniciar a 120 °C, com elevação de temperatura a 3 °C/min até atingir 320 °C, onde se manteve por 10 minutos. A identificação dos compostos foi efetuada comparando os índices de retenção com os de compostos padrão, obtidos pela injeção de uma mistura contendo alcanos da série C7–C30, analisados sob as mesmas condições cromatográficas, além da comparação dos padrões de fragmentação com os registros da base de dados NIST (2008).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros físicos dos melões e seu aproveitamento

A massa do fruto inteiro, casca, sementes, polpa e placenta dos 30 melões Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud) estudados estão registradas no APÊNDICE I. A partir desses dados, foram realizados os tratamentos estatísticos expostos na tabela 3.

Tabela 3 – Tratamento estatístico com os dados de massa do fruto inteiro, casca, sementes, polpa e placenta do melão Cantaloupe.

Tratamento estatístico	Fruto Inteiro	Casca	Sementes	Polpa	Placenta
Percentual do fruto (%)	100,0	43,6	1,5	50,6	4,3
Média (g)	1374,06	599,24	20,49	695,19	59,14
Erro padrão (g)	31,01	19,99	0,78	25,81	2,16
Mediana (g)	1356,84	575,03	21,09	702,24	58,40
Desvio padrão (g)	169,83	109,48	4,29	141,36	11,82
Variância da amostra (g)	28842,08	11986,58	18,37	19983,35	139,78
Curtose (g)	-0,21	5,21	0,65	2,63	1,34
Assimetria (g)	0,36	1,75	0,55	-0,87	0,76
Intervalo (g)	707,56	562,37	19,02	709,18	54,74
Mínimo (g)	1034,45	439,73	12,38	237,37	35,73
Máximo (g)	1742,01	1002,10	31,40	946,55	90,47
Soma (g)	41221,93	17977,26	614,69	20855,74	1774,24
Nível de confiança (95%)	63,42	40,88	1,60	52,79	4,41

Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se que os 30 melões Cantaloupe estudados apresentaram um peso médio de 1374,06 g, em que 1,5% corresponde à massa de sementes, sendo  $20,49 \pm 4,29$  g por fruto, 4,3% equivale à placenta, sendo  $59,14 \pm 11,82$  g por fruto, 43,6% equivale à casca, sendo  $599,24 \pm 109,48$  g por fruto, e 50,6% equivale à polpa, sendo  $695,19 \pm 141,36$  g por fruto. Assim, apenas cerca de 50,6% da massa do melão Cantaloupe é geralmente consumida, enquanto 49,4% costuma ser descartada no consumo doméstico, ou seja, aproximadamente metade da fruta é desperdiçada.

Porém, quando referido aos melões perdidos ainda no campo, mesmo as polpas são descartadas, havendo 100% de desperdício. Essas polpas, além de algumas poderem ser consumidas frescas, uma vez que mantêm suas propriedades nutricionais, podem ser utilizadas no preparo de outros alimentos, inclusive como um adoçante natural e mais saudável, assim como sugerido em Embrapa (2017), substituindo o suco de maçã na produção de sucos mistos.

Da mesma forma, as cascas do melão, que corresponderam a 43,6% do fruto, também podem ser utilizadas na fabricação de outros produtos alimentícios, como doces e compotas (MIGUEL et al., 2008), além de serem ricas em pectina (RAJI et al., 2017).

Já as sementes e placentas, que correspondem a cerca de 5,8% do melão Cantaloupe, podem ser aproveitadas de diversas formas pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos, uma vez que possuem elevado potencial antioxidante, com compostos bioativos, como fenólicos, carotenoides, vitamina C e vitamina E (FUNDO et al., 2017; ZHANG et al., 2024c).

Sabendo-se que, em 2015, 195 mil toneladas de melão foram perdidas no Brasil (EMBRAPA, 2017), cerca de 11 mil toneladas correspondentes a placentas e sementes poderiam ter sido aproveitadas em um único ano. Nessa perspectiva, o presente trabalho estuda a valorização de 5,8% dessas partes desperdiçadas e é pretendido que as pesquisas continuem, incluindo a investigação de potenciais para as cascas.

## 5.2 Tratamento de sementes

A tabela 4 contém as taxas de umidade registradas para as sementes ainda úmidas e higienizadas e após 24 horas de secagem na estufa, apresentando uma média de umidade de, respectivamente, 45,46% e 2,99%.

Tabela 4 – Umidade das sementes antes e após secagem na estufa.

Sementes	Umidade (%)			Média de umidade (%)	Média de material seco (%)
Sementes úmidas	44,42	45,91	46,05	45,46	54,54
Sementes secas	3,93		2,04	2,99	97,01

Fonte: Elaborada pela autora.

No primeiro lote de melões, de 614,69 g de sementes pesadas úmidas, foi obtido, após a secagem, 251,64 g de material seco, o que corresponde a 40,94% do peso inicial, estando abaixo dos 54,54% esperados de acordo com a tabela 4, o que pode ter ocorrido devido a perdas durante o processo, além da separação de amostras para análise de umidade.

Após o cozimento a vapor, laminação e moagem, todo o material ganhou novamente umidade, passando a pesar 281,58 g, embora tenham sido observadas muitas perdas durante a laminação. Ou seja, para o primeiro lote, as sementes secas correspondem a 89,37% do material tratado.

Um comportamento semelhante foi observado com o segundo lote de melões, em que se pesou 429,84 g de sementes úmidas, que passaram a ter 179,89 g após secagem e 195,88 g após o tratamento. Logo, para o segundo lote, as sementes secas correspondem a 91,84% do material tratado.

### 5.3 Rendimentos das extrações de óleo

A tabela 5 resume os dados de rendimentos obtidos das extrações dos óleos da semente do melão Cantaloupe, apresentados na figura 13.

Tabela 5 – Rendimentos obtidos das extrações de óleo (%) e porcentagem de óleo nas sementes de melão relatada na literatura.

Processo de extração	Etanol/água (2:1)	Prensagem	Prensagem com lavagem com hexano	Soxhlet	Literatura*
Massa de sementes tratadas (g)	140,79	65,29	65	15	-
Peso seco estimado (g)	125,80	59,96	59,70	13,78	-
Massa de óleo (g)	18,77	4,54	9,95	3,43 ± 0,89	-
Rendimentos (%)	14,92	7,57	16,67	24,89 ± 6,48	25–38

Fonte: Elaborada pela autora

\*Porcentagem de óleo nas sementes de melão relatada por Zhang, Li e Charalampopoulos (2024).

Figura 13 – Óleos da semente do melão obtidos por extração com etanol/água 2:1, por prensagem e com Soxhlet.



Fonte: Elaborada pela autora.

Para a extração com etanol/água (2:1), obteve-se 18,77 g de óleo, com um rendimento de 14,92% (p/p) com relação ao material seco (125,8 g). Já com a extração por prensagem, a partir de cerca de 59,96 g de sementes (peso seco estimado), foi obtido 4,54 g de óleo, resultando em um rendimento de apenas 7,57%, sendo este então o método menos efetivo quanto à quantidade de produto, uma vez que o óleo retido no equipamento não é totalmente coletado, assim como o óleo ainda absorvido na torta. Dessa forma, o óleo resultante da prensagem seguida de lavagens quantitativas com hexano teve um rendimento maior, de 16,67% (9,95 g) com relação ao peso seco estimado, já que parte do óleo que seria perdido, foi recuperado com solvente.

Por outro lado, a extração com hexano no Soxhlet apresentou o melhor rendimento. A partir dos 3 lotes de cerca de 13,78 g de sementes (peso seco estimado), produziu-se 2,23 g, 3,69 g e 4,37 g de óleo, gerando, respectivamente, 16,18%, 26,78% e 31,71% de rendimento com relação ao peso de sementes secas, com uma média de 24,89%, aproximando-se da faixa de porcentagem de óleo nas sementes de melão de 25–38% na literatura (ZHANG; LI; CHARALAMPOPOULOS, 2024) e do resultado de  $29.867 \pm 0.61\%$  em Ahmad et al. (2019), alcançado com uma extração com hexano e éter etílico em Soxhlet. A diferença entre os resultados obtidos provavelmente se deu pela falta de constância dos sistemas de Soxhlet utilizados, uma vez que havia discrepâncias entre as potências das chapas aquecedoras e os extratores muitas vezes precisavam ser virados manualmente para permitir a coleta de solvente. Portanto, embora as extrações tenham ocorrido simultaneamente, as condições não eram as mesmas, podendo ainda haver óleo a ser extraído.

Também foi realizada extração com Soxhlet utilizando as sementes úmidas, sem tratamentos além da higienização, entretanto, a quantidade de óleo obtida foi irrigária, não sendo quantificada, descartando-se então essa possível metodologia. Sob esse viés, embora tenha se observado bastante perda de óleo e material na calandre durante a laminação, esse processo se fez necessário para uma extração eficiente, obtendo-se bons rendimentos, principalmente, na extração com hexano no Soxhlet.

Por fim, os rendimentos por prensagem e com etanol/água (2:1) não foram totalmente satisfatórios, podendo ser otimizados respectivamente com lavagens quantitativas da prensa e da torta com etanol, o qual seria posteriormente evaporado, e com um aumento do tempo de extração no reator e da proporção de etanol, além de sonicar o material novamente antes de sua filtração. Esses métodos, embora menos eficientes, ainda são ótimas opções, já que são menos

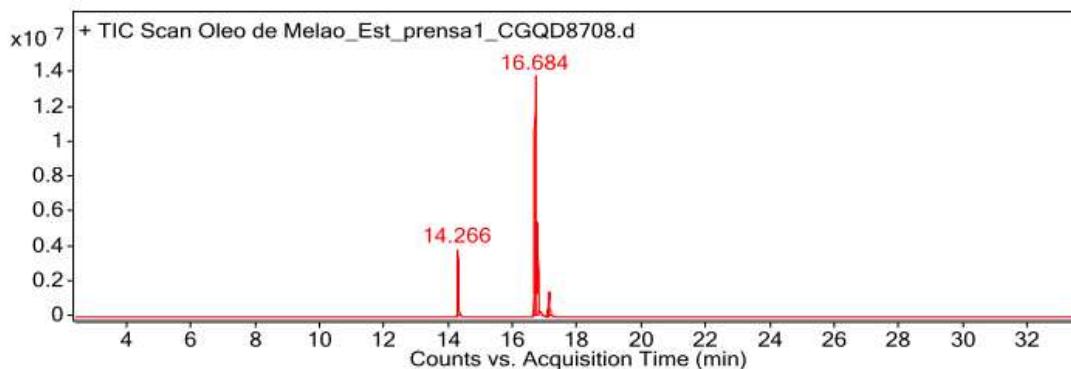
agressivos ao meio ambiente e à saúde do operador, uma vez que não fazem uso de hexano, solvente tóxico que deve ser inclusive evitado na produção de alimentos (CRAVOTTO et al., 2022) e cosméticos. Também podem ser repetidas as extrações, testando outros solventes considerados verdes, inclusive na metodologia com soxhlet.

#### **5.4 Caracterização do óleo da semente, do extrato hidroalcoólico da semente e da placenta liofilizada do melão**

##### **5.4.1 Composição de ácidos graxos dos óleos extraídos por prensagem e com etanol/água (2:1)**

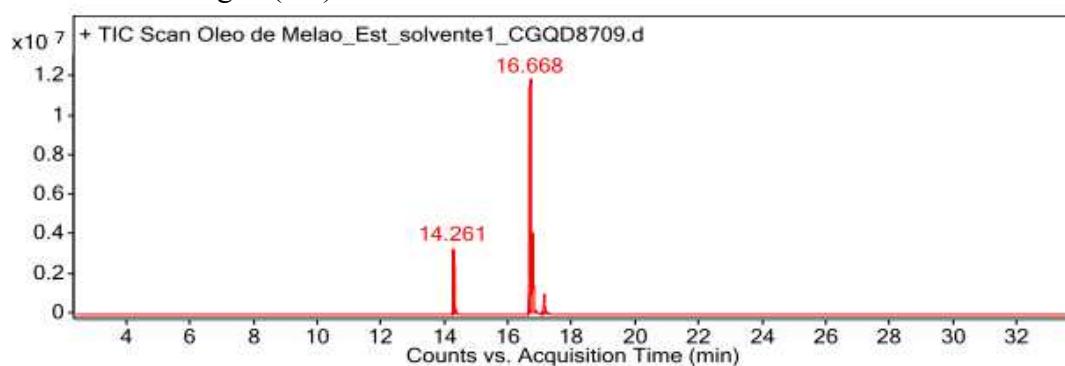
A análise dos óleos derivatizados obtidos da extração por prensagem e com etanol/água (2:1) em cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM) gerou os resultados expressos nas tabelas 6 e 7, com os cromatogramas das figuras 14 e 15 (ver tabelas de integração de picos nos apêndices J e K) e os espectros de massa das figuras 16 a 23.

Figura 14 – Cromatograma obtido no CG-EM do óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15 – Cromatograma obtido no CG-EM do óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 6 – Análise no CG-EM de ácidos graxos do óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.

Composto	${}^1\text{IR}_{\text{calc}}$	$\text{IR}_{\text{lit}}$	Área (%)
Ácido palmítico	1925	<sup>2</sup> 1921	11,30
Ácido linoleico	2099	<sup>2</sup> 2095	64,70
Ácido oleico	2103	<sup>3</sup> 2095	18,48
Ácido esteárico	2127	<sup>2</sup> 2124	5,52
Composição Total			100,0

Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>1</sup>Valores de IR calculado.

<sup>2</sup>Valores de IR da literatura (ADAMS, 2007).

<sup>3</sup>(NIST, 2012; SILVA; POTT; OLIVEIRA, 2010).

Tabela 7 – Análise no CG-EM de ácidos graxos do óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).

Composto	${}^1\text{IR}_{\text{calc}}$	$\text{IR}_{\text{lit}}$	Área (%)
Ácido palmítico	1925	<sup>2</sup> 1921	12,54
Ácido linoleico	2099	<sup>2</sup> 2095	62,72
Ácido oleico	2103	<sup>3</sup> 2095	19,49
Ácido esteárico	2127	<sup>2</sup> 2124	5,25
Composição Total			100,0

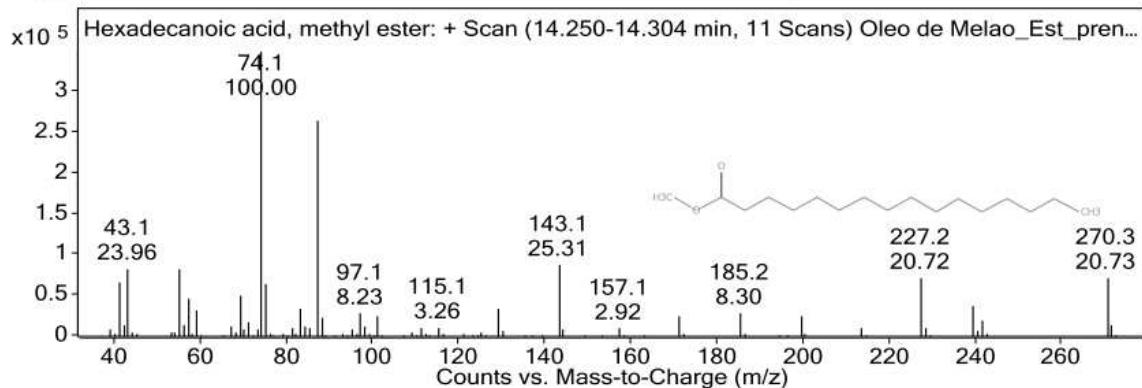
Fonte: Elaborada pela autora.

<sup>1</sup>Valores de IR calculado.

<sup>2</sup>Valores de IR da literatura (ADAMS, 2007).

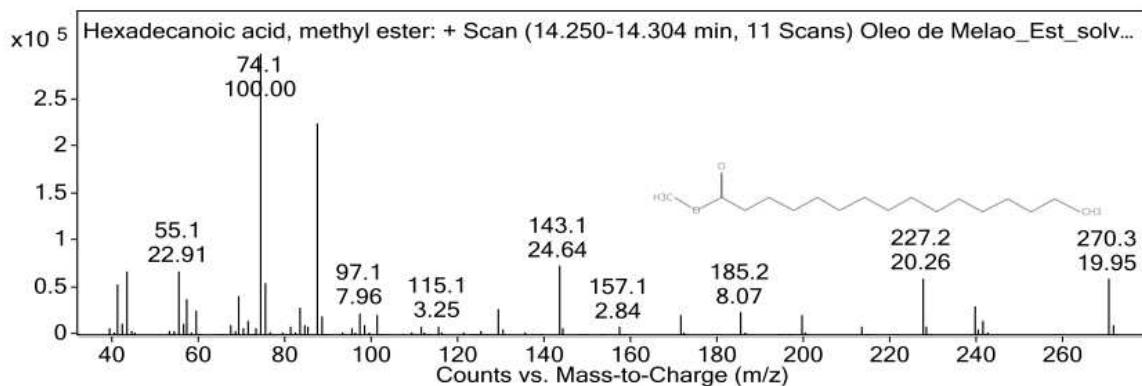
<sup>3</sup>(NIST, 2012; SILVA; POTT; OLIVEIRA, 2010).

Figura 16 – Espectro obtido no CG-EM para o palmitato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.



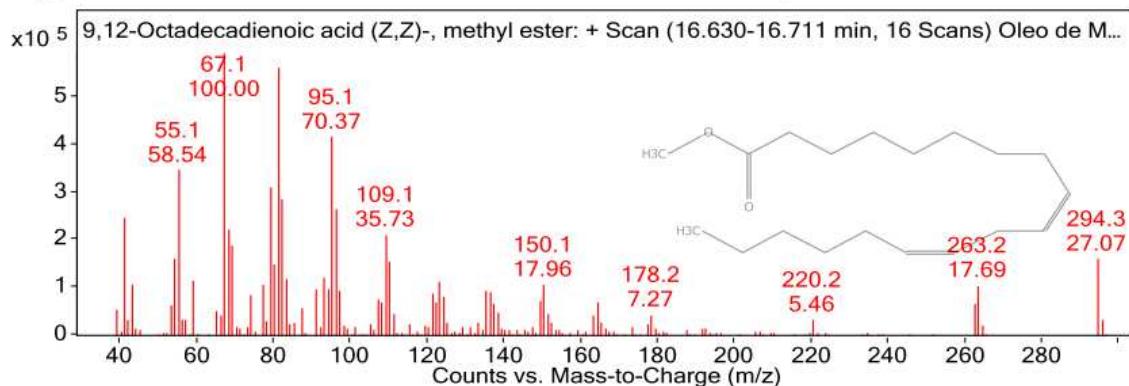
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 17 – Espectro obtido no CG-EM para o palmitato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).



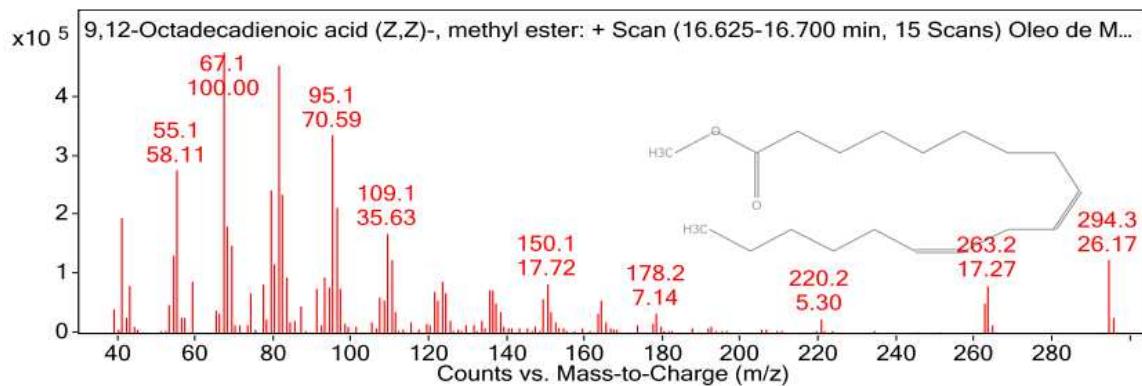
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 18 – Espectro obtido no CG-EM para o linoleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.



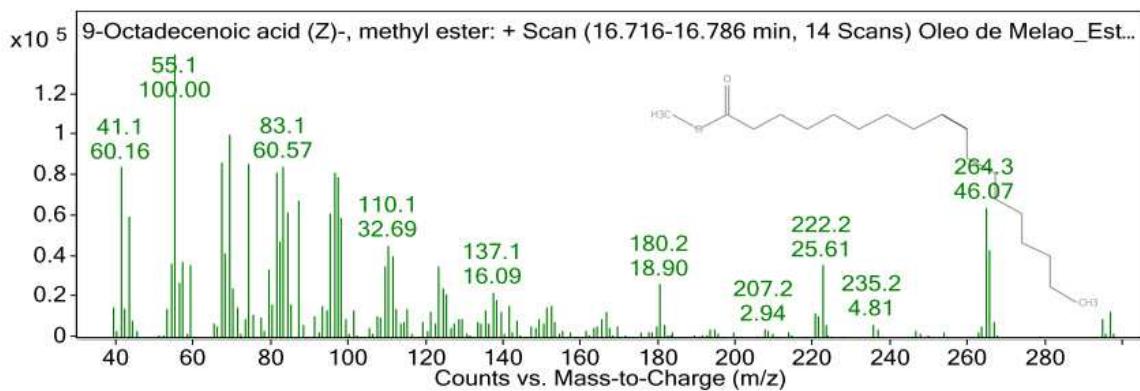
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 19 – Espectro obtido no CG-EM para o linoleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).



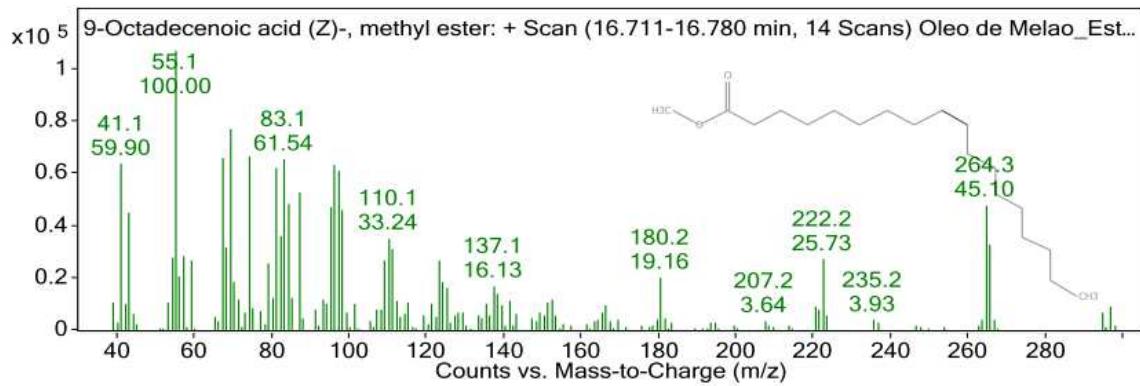
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 – Espectro obtido no CG-EM para o oleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.



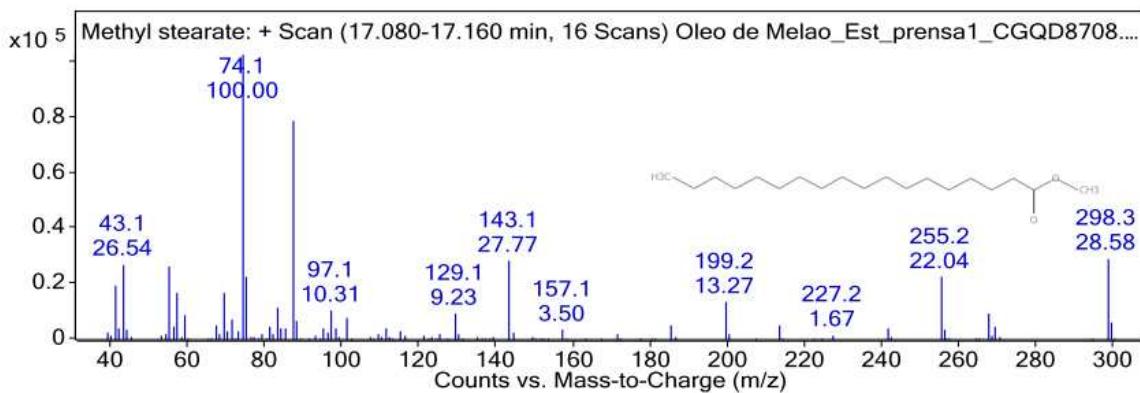
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 21 – Espectro obtido no CG-EM para o oleato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).



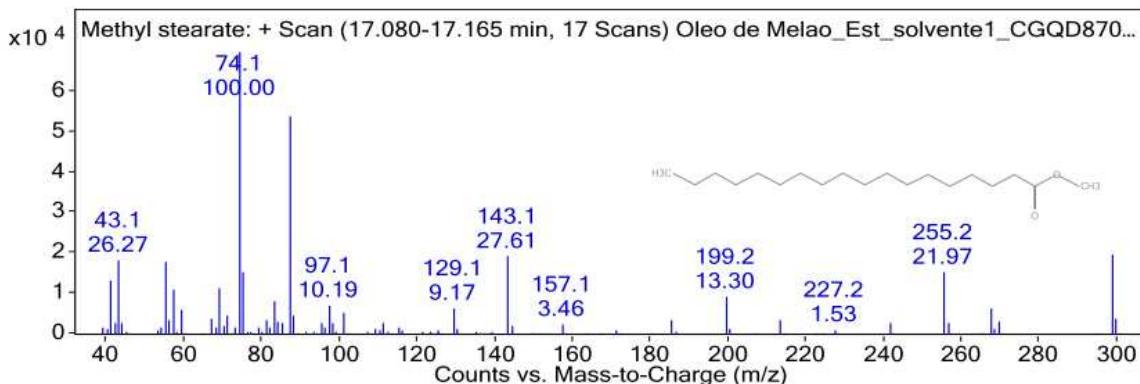
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 22 – Espectro obtido no CG-EM para o estearato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído por prensagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 – Espectro obtido no CG-EM para o estearato de metila no óleo derivatizado da semente do melão extraído com etanol/água (2:1).



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao comparar os espectros de massa obtidos do óleo derivatizado com os espectros de massa da literatura para os ésteres de cada ácido graxo (anexos A, B, C e D), é possível identificar a presença dos ácidos palmítico, linoleico, oleico e esteárico no óleo da semente do melão Cantaloupe, associando aos respectivos tempos de retenção nos cromatogramas.

Dessa forma, nota-se que os óleos obtiveram uma composição de ácidos graxos semelhante, estando próxima aos intervalos, expostos na tabela 1, encontrados na literatura para o óleo extraído da semente do melão Cantaloupe com diferentes métodos de extração (54,2-75,7% para o ácido linoleico; 8,6-25,41% para o ácido oleico; 9,1-10,8% para o ácido palmítico; 4,3-7,40% para o ácido esteárico). O ácido linoleico é o ácido graxo de maior concentração, com 64,70% e 62,72%, seguido do ácido oleico, com 18,48% e 19,49%, depois, o ácido palmítico, com 11,30% e 12,54%, e, por fim, o ácido esteárico, 5,52% e 5,25%. A presença de outros ácidos graxos não foi analisada.

Essa composição pode ser considerada de grande interesse para as indústrias de alimentos, cosméticos e farmacêuticas, uma vez que o ácido linoleico é um ácido graxo essencial, não sendo então produzido naturalmente no corpo humano, mas de extrema importância para a saúde humana, combatendo inclusive doenças cardiovasculares, juntamente ao ácido oleico, quando em sua forma *cis*, a qual é naturalmente produzida. Já os ácidos saturados (palmítico e esteárico), por mais que apresentem funções no metabolismo, devem ter seu consumo moderado (GROPPER, 2018), logo, suas presenças em menores quantidades podem ser uma característica benéfica do óleo extraído.

Além disso, esses quatro ácidos estão entre os mais presentes na pele humana, formando uma importante barreira protetora, e sua aplicação pode ajudar na hidratação (MANK; POLONSKA, 2016) e desinflamação da pele (HANSEN; JENSEN, 1985), principalmente pela

ação do ácido linoleico.

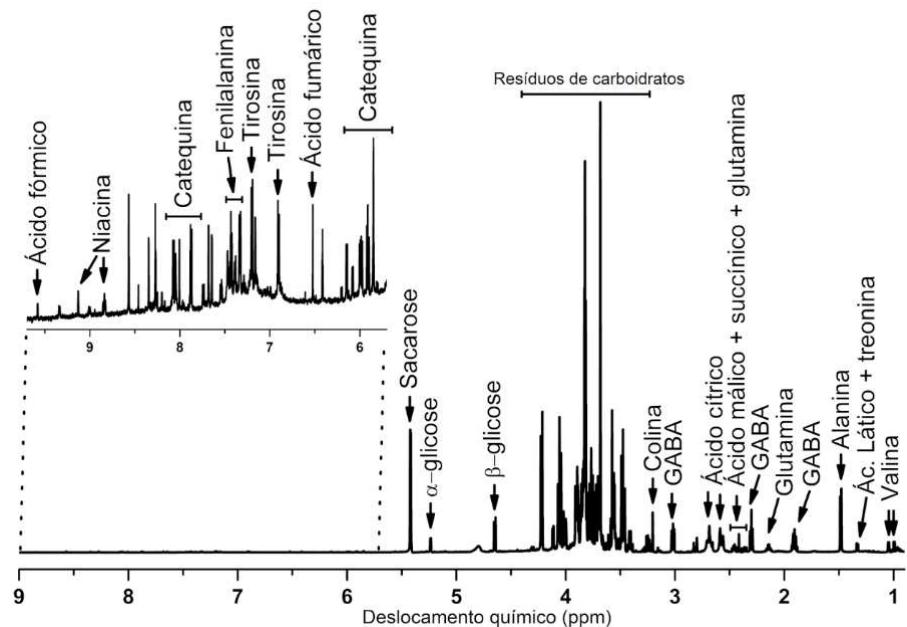
#### 5.4.2 Índice de acidez do óleo extraído por Soxhlet da semente do melão

O índice de acidez calculado a partir da equação 1 para o óleo extraído da semente do melão Cantaloupe foi de 0,7 mg KOH/g, utilizando-se 2,5 mL da solução de hidróxido de sódio em cada titulação. Esse valor é semelhante ao menor valor encontrado na literatura, de 0,7 mg KOH/g para melões, o que é um aspecto positivo, uma vez que, quanto menor o índice de acidez, mais estável é o óleo, estando menos suscetível à oxidação (ZHANG et al., 2024c).

#### 5.4.3 Caracterização da placenta liofilizada e do extrato hidroalcoólico da semente do melão

A figura 24 apresenta o espectro de  $^1\text{H}$  RMN da placenta liofilizada do melão, onde se nota a presença de diversos aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos e compostos aromáticos e fenólicos (região de 5.5 a 9.5 ppm), como a catequina, um flavonoide bastante presente em vegetais, com elevado poder antioxidante, eliminando radicais livres e auxiliando no combate de doenças, atuando, inclusive, como um agente neuroprotetor (BEDLACK et al., 2015).

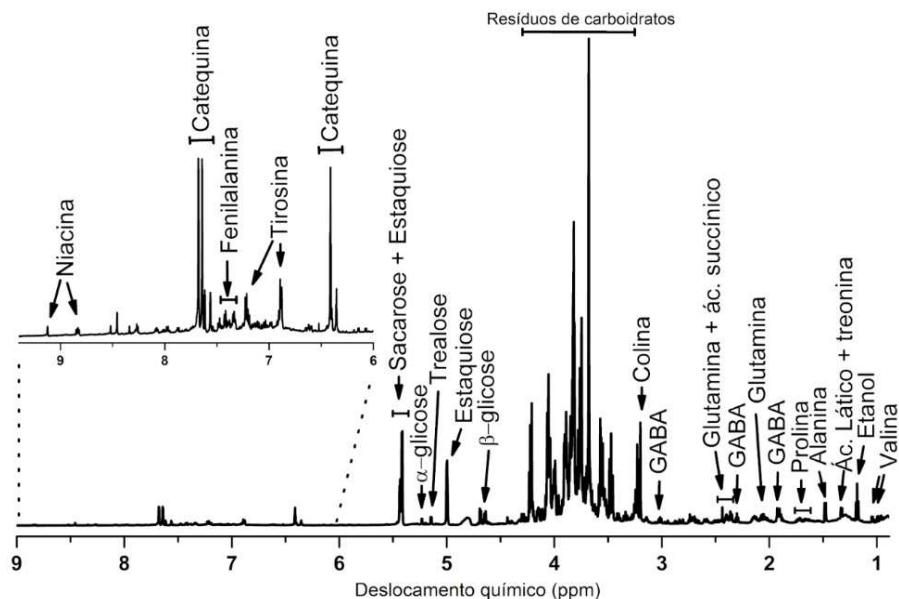
Figura 24 – Espectro de  $^1\text{H}$  RMN representativo da placenta liofilizada do melão.



Fonte: Elaborada pela autora.

Uma composição semelhante pode ser observada no espectro do extrato hidroalcoólico da semente de melão (figura 25), com aminoácidos, açúcares, ácidos orgânicos e compostos aromáticos e fenólicos.

Figura 25 – Espectro de  $^1\text{H}$  RMN representativo do extrato hidroalcoólico da semente de melão.



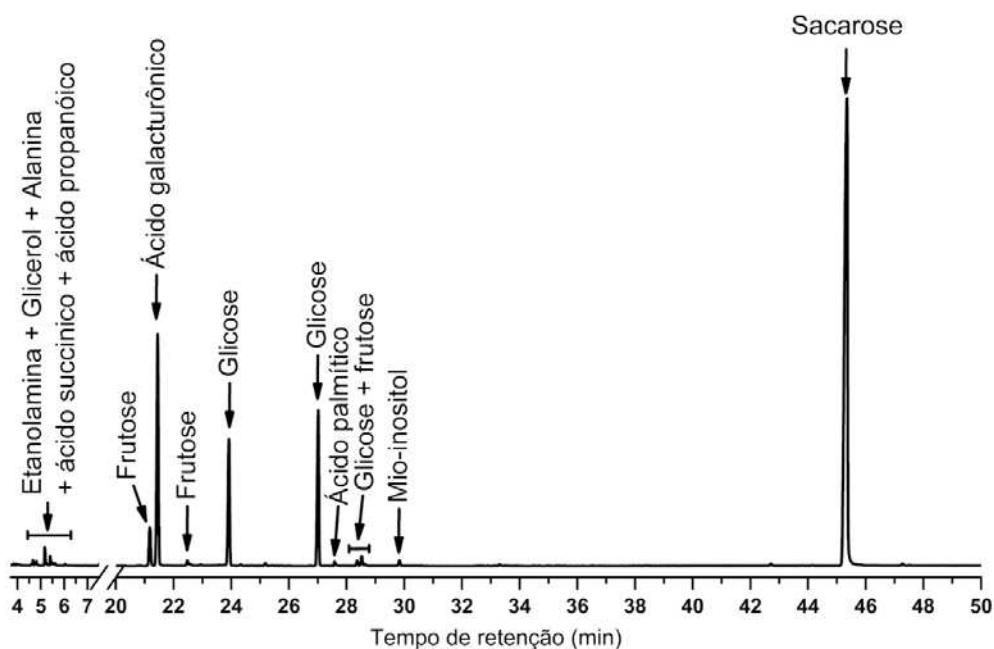
Fonte: Elaborada pela autora.

Nas duas amostras, constata-se picos referentes ao ácido  $\gamma$ -aminobutírico (GABA), composto já identificado em amostras de melão, estando em maiores concentrações na placenta que na polpa da fruta (TOYOIZUMI et al., 2020). O GABA atua como principal neurotransmissor inibidor do cérebro, possui diversas funções fisiológicas e ajuda no metabolismo, sendo um composto bioativo naturalmente presente em plantas, de interesse para a indústria alimentícia (DIANA; QUÍLEZ; RAFECAS, 2014), além de gerar diversos benefícios para a pele, como melhorar a elasticidade (UEHARA et al., 2017) e estimular a produção de ácido hialurônico (ITO et al., 2006).

Os aminoácidos detectados nas amostras foram valina, fenilalanina, treonina, glutamina, alanina, prolina, tirosina e GABA, que também já foram relatados na literatura como presentes em sementes do melão Cantaloupe, Gália e Honeydew (ZHANG; LI; DIMITRIS CHARALAMPOPOULOS, 2024). Essas moléculas são essenciais para a vida, participando de funções metabólicas e, além de poderem ser usadas como suplemento alimentar, também fazem parte da formulação de cosméticos, principalmente como condicionadores para o cabelo e para a pele (BURNETT et al., 2013).

No cromatograma de CG-EM do extrato das sementes do melão derivatizado com *N*-trimetilsilil-*N*-metil trifluoroacetamida (MSTFA) (figura 26), observa-se que o extrato hidroalcoólico das sementes de melão é predominantemente composto por açúcares. A derivatização com MSTFA é empregada para conferir aos compostos polares uma maior volatilidade, estabilidade térmica e sensibilidade na detecção. Esse processo substitui grupos funcionais como hidroxila (-OH), carboxila (-COOH) e amina (-NH<sub>2</sub>), os quais podem reduzir a volatilidade e complicar a análise por CG-EM, por grupos trimetilsilila (TMS), facilitando a análise gasosa. Embora este método também permita a avaliação de compostos fenólicos, a elevada concentração de açúcares no extrato das sementes acabou mascarando a detecção desses compostos.

Figura 26 – Cromatograma de CG-EM do extrato hidroalcoólico da semente de melão derivatizado com MSTFA.



Fonte: Elaborada pela autora.

## 5.5 Determinação de propriedades antioxidantes na placenta liofilizada, no extrato hidroalcoólico da semente e no óleo da semente do melão Cantaloupe

O óleo utilizado nas seguintes análises foi obtido por meio de prensagem, seguida da lavagem quantitativa da torta residual com hexano.

### 5.5.1 Teores de fenólicos totais (CFT)

Observou-se, nas microplacas de poliestireno, que, quanto maior a concentração de amostra nos poços, mais intensa era a cor azul, indicando um aumento da concentração do reagente de Folin–Ciocalteu reduzido. Logo, é possível confirmar a presença de compostos fenólicos nas três amostras, uma vez que atuam como agentes redutores do referido reagente.

Sob esse viés, com a efetividade do método, obteve-se os teores de compostos fenólicos totais para o extrato hidroalcoólico da semente (EHSM), o resíduo da placenta liofilizada (RPML) e o óleo da semente (OM) do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud), expostos da tabela 8.

Tabela 8 – Teores dos compostos fenólicos totais (CFT), expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por grama (g) das amostras EHSM, RPML e OM.

Identificação	CFT (mg EAG/g)
EHSM (H <sub>2</sub> O)	73,660 ± 2,747
EHSM (MeOH)	90,116 ± 4,991
RPML (H <sub>2</sub> O)	17,843 ± 0,218
RPML (MeOH)	18,016 ± 1,126
OM	223,431 ± 2,515

Fonte: Elaborada pela autora

Destaca-se que, para o extrato hidroalcoólico da semente, o metanol se mostrou capaz de extrair mais compostos fenólicos que a água, devido à sua menor polaridade, o mesmo aconteceu com a placenta liofilizada, mas com uma diferença menos significativa.

Ademais, o óleo da semente foi a amostra com maior teor de compostos fenólicos totais, com 223,431 ± 2,515 mg EAG/g, resultado maior que os encontrados na literatura, de 85,5 ± 1,3 mg EAG/100 g para o óleo da semente do melão Cantaloupe (REZAIE et al, 2024) e 31,8 – 33,2 mg/g para o *Cucumis melo* L. var. *agrestis* Naud (MARIOD; MATTHÄUS, 2008). Existem diversos fatores que podem interferir na concentração de fenólicos no óleo da semente gerando as diferenças notadas, como método de extração utilizado, refinamentos, condições de plantio, maturação do fruto, entre outros.

Por outro lado, a placenta liofilizada foi a que apresentou menor concentração de fenólicos extraídos, com uma máxima de 18,016 ± 1,126 mg EAG/g, seguida do extrato hidroalcoólico da semente, com uma máxima de 90,116 ± 4,991 mg EAG/g, resultado 2,43 vezes maior que o encontrado na literatura, de 37,10 ± 1,11 mg EAG/g para o extrato etanólico da semente do melão *Cucumis melo* L. var *inodorus* Naud (BOUAZIZ et al., 2020).

Os compostos fenólicos possuem várias funções para as plantas, como pigmentação, proteção contra raios UV e atração de polinizadores, porém, sua função de maior interesse é seu grande poder antioxidante, benéfico para a saúde humana. Dessa forma, para as indústrias, a extração de componentes do melão deve evitar a perda desses compostos, dependendo da finalidade do produto derivado. O refinamento de óleos, por exemplo, diminui o nível de fenólicos mais voláteis ou polares, sendo preferível, então, extrações como a prensagem a frio (HOED, 2010).

Dentre os antioxidantes fenólicos mais presentes em alimentos naturais, estão os flavonoides, os ácidos fenólicos, os tocoferóis e os taninos (ANGELO; JORGE, 2007), sendo os flavonoides e ácidos fenólicos os mais comuns em amostras de melões (GÓRNAŚ; RUDZIŃSKA, 2016).

### 5.5.2 Teores de flavonoides (flavonóis e flavonas do subgrupo luteolina) (TF)

A tabela 9 apresenta os teores de flavonoides obtidos para as amostras do melão Cantaloupe, já convertidos em miligramas de equivalentes de quercetina (EQ) por grama de amostra.

Tabela 9 – Teores de flavonoides (TF), expressos em mg de equivalentes de quercetina (EQ) por grama (g) das amostras EHSM, RPML e OM.

Identificação	TF (mg EQ/g)
EHSM (H <sub>2</sub> O)	1,132 ± 0,040
EHSM (MeOH)	1,488 ± 0,103
RPML (H <sub>2</sub> O)	1,281 ± 0,027
RPML (MeOH)	1,145 ± 0,156
OM	4,402 ± 0,223

Fonte: Elaborada pela autora.

Dos resultados obtidos, o óleo da semente do melão apresentou o maior teor de flavonoides, com  $4,402 \pm 0,223$  mg EQ/g, quantidade muito maior que a soma dos flavonoides identificados para o óleo da semente do melão denominado Maazoun em Mallek-Ayadi, Bahloul e Kechaou (2018), de 52,49 µg/g.

Já o extrato hidroalcoólico da semente e a placenta liofilizada do melão tiveram resultados próximos, entre 1,132 e 1,488 mg EQ/g de amostra, podendo-se comparar aos resultados da literatura, sendo o TF para o EHSM (MeOH) 3,46 vezes maior que o obtido por

Bouaziz et al. (2020), de  $0,43 \pm 0,27$  mg EQ/g de extrato etanólico do *Cucumis melo* L. var *inodorus* Naud, enquanto para o RPML (MeOH), o TF é 1,58 vezes maior que o encontrado por Morais et al. (2015), de 72,62 mg QE/g, para a polpa de um melão não especificado. Ademais, não foi observada uma distinção relevante entre os solventes utilizados.

Em paralelo aos teores obtidos, os espectros de  $^1\text{H}$  RMN para a placenta e o extrato hidroalcoólico da semente representados nas figuras 23 e 24, reforçam a presença de flavonoides nas amostras com a identificação de catequina, que, como já mencionado, possui um forte poder antioxidante (BEDLACK et al., 2015).

### 5.5.3 Determinação da atividade antioxidante *in vitro*

#### 5.5.3.1 Capacidade de sequestro do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH)

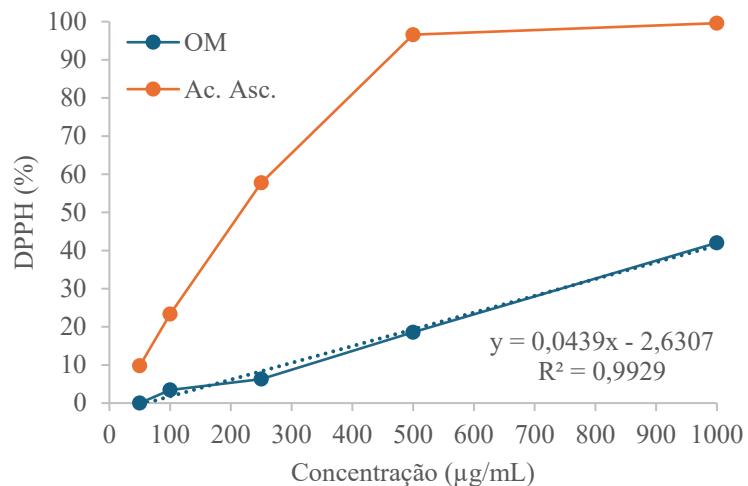
A seguir, são apresentados os resultados da atividade de sequestro do radical DPPH para o óleo da semente do melão (OM) (tabela 10) e o comparativo das curvas em função da concentração para a amostra e o controle positivo (ácido ascórbico - Ac. Asc.) (figura 27).

Tabela 10 – Capacidade de sequestro do radical DPPH do óleo de melão (OM) nas concentrações de 50 a 1.000  $\mu\text{g/mL}$ .

Concentração ( $\mu\text{g/mL}$ )	DPPH (%) - OM
50	0
100	$3,442 \pm 0,259$
250	$6,306 \pm 1,002$
500	$18,567 \pm 1,019$
1000	$42,019 \pm 1,022$

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 27 – Capacidade de sequestro do radical DPPH do controle positivo (ácido ascórbico - Ac. Asc.) e do óleo de melão (OM) nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL.



Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que as amostras de melão EHSM e RPML não demonstraram capacidade para capturar o radical DPPH, pois os valores de absorbância após a reação com a solução metanólica de DPPH foram negativos ou próximos de zero. Contudo, não se pode descartar que concentrações superiores às testadas possam revelar alguma atividade.

Já o óleo da semente do melão apresentou dose dependência para capacidade de sequestro do radical DPPH, com atividade abaixo do controle positivo e com uma máxima de 42,019% na maior concentração, não sendo detectada atividade na concentração mais baixa testada. No experimento, constatou-se a diminuição de valor das absorbâncias lidas a 517 nm com o aumento da concentração de óleo, o que ocorre devido à redução dos radicais DPPH (cor roxa) disponíveis no meio, causada pelo aumento de antioxidantes, como compostos fenólicos, presentes.

Além disso, o  $IC_{50}$ , ou seja, a concentração de antioxidante necessária para inibir 50% dos radicais DPPH, obtido para o óleo foi de 1,20 mg/mL, valor menor que dados da literatura, como do extrato etanólico do *Cucumis melo* L. var *inodorus* Naud, de 4,13 mg/mL (BOUAZIZ et al., 2020) e que alguns outros óleos vegetais, como o óleo de camélia ( $IC_{50}=1,37$  mg/mL), o óleo de oliva ( $IC_{50}=1,74$  mg/mL) e o óleo de amendoim ( $IC_{50}=3,62$  mg/mL) (WANG et al., 2021), o que indica que o óleo da semente do melão Cantaloupe possui uma elevada atividade de sequestro de radicais livres, sendo, portanto, uma ótima fonte de antioxidantes naturais.

### 5.5.3.2 Poder de quelação de íons ferrosos (FIC)

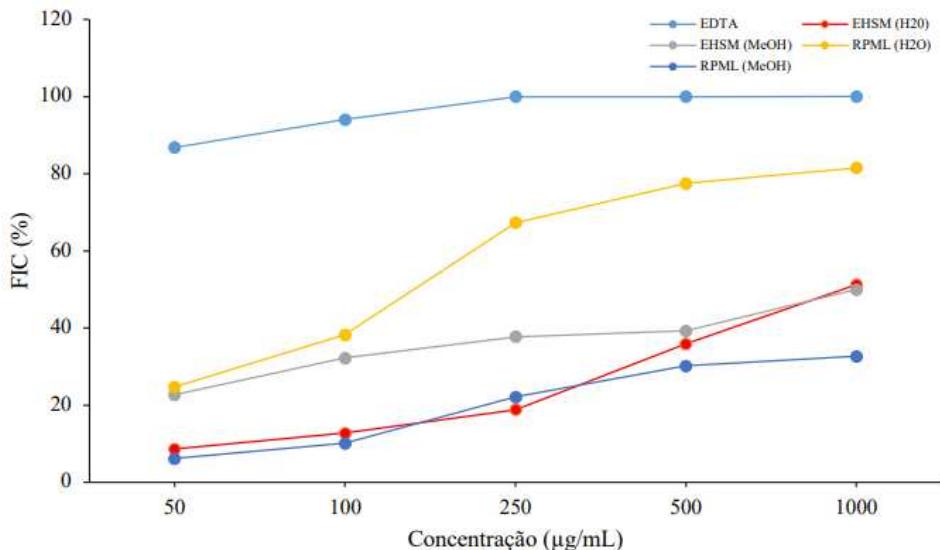
Não foi possível medir a capacidade de quelação de íons ferrosos do óleo pois, ao adicionar cloreto de ferro (II) na presença da ferrozina (reagente para determinação de ferro), a amostra gerou um precipitado em todas as concentrações testadas, o que resultaria em uma leitura inválida de absorbância. Essa precipitação provavelmente ocorreu devido à baixa polaridade do óleo e do solvente hexano (apolar), não solubilizando então os complexos formados. No entanto, o método foi efetivo para as demais amostras, estando os resultados expostos na tabela 11 e na figura 28.

Tabela 11 – Poder de quelação de íons ferrosos (FIC) das amostras EHSM e RPML nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL.

Concentração (µg/mL)	FIC (%)			
	EHSM (H <sub>2</sub> O)	EHSM (MeOH)	RPML (H <sub>2</sub> O)	RPML (MeOH)
50	8,661 ± 0,890	22,715 ± 0,297	24,744 ± 0,456	6,210 ± 0,662
100	12,789 ± 1,089	32,206 ± 1,156	38,268 ± 1,325	10,164 ± 0,051
250	18,867 ± 0,755	37,717 ± 0,696	67,284 ± 0,665	22,108 ± 1,751
500	35,882 ± 1,667	39,254 ± 0,938	77,460 ± 2,408	30,203 ± 0,136
1000	51,236 ± 0,860	49,996 ± 0,553	81,503 ± 0,318	32,710 ± 1,401

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 28 – Poder de quelação de íons ferrosos (FIC) das amostras de melão e do controle positivo EDTA nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL.



Fonte: Elaborada pela autora.

A ferrozina, um dos reagentes utilizados, forma complexos com os íons ferrosos presentes no meio, gerando uma cor arroxeadas, porém, com a presença de agentes quelantes,

parte dos íons estaria já complexada, diminuindo então a formação do quelato com a ferrozina e, consequentemente, a intensidade da coloração. Dessa forma, a diminuição da absorbância de cada amostra com o aumento de sua concentração comprova a presença de agentes quelantes, representada pelo aumento da capacidade quelante.

Sob esse viés, observa-se que a placenta e o extrato hidroalcoólico da semente apresentaram capacidade de quelação dos íons ferrosos, que aumentou juntamente às concentrações, sendo o melhor resultado obtido pela placenta solubilizada em água, de 81,503%, numa concentração de 1000 µg/mL, seguido do extrato solubilizado também em água a 1000 µg/mL, com 51,236%.

Para a placenta, foi possível constatar uma maior capacidade de quelação quando dissolvida em água, provavelmente devido à uma melhor solubilização dos agentes quelantes presentes na amostra em meios polares, sendo o metanol um solvente mais apolar. Já o extrato hidroalcoólico da semente apresentou um comportamento contrário até 500 µg/mL, o que pode indicar que os agentes quelantes dessa amostra são mais solúveis em metanol, porém, a capacidade de quelação para a concentração de 1000 µg/mL é maior usando água como solvente. Para aprofundar essa discussão, seria necessário realizar análises em concentrações maiores de amostra e verificar se o comportamento se repete.

A capacidade de quelação é um importante fator a se analisar, uma vez que esses agentes quelantes são capazes de complexar íons metálicos presentes no produto, impedindo que participem de reações redox e aumentando consequentemente a capacidade antioxidante, sendo de extremo interesse para produtos alimentares (ALLEN, 2015).

Nessa perspectiva, englobando uma atuação diferente dos antioxidantes, o método FIC não necessariamente se correlaciona com os demais métodos em estudo, podendo abranger moléculas diferentes (SADEER et al., 2020).

### 5.5.3.3 Poder de redução de íons férricos (FRAP)

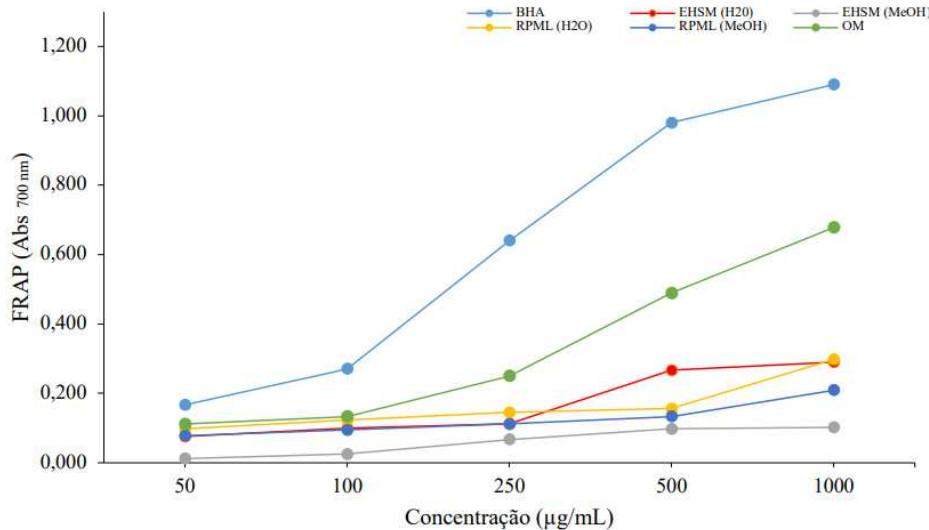
Os resultados de FRAP expostos na tabela 12, com comportamentos ilustrados nas curvas da figura 29, revelam que o óleo, o extrato hidroalcoólico da semente e a placenta liofilizada do melão Cantaloupe apresentam atividade antioxidante, uma vez que o aumento da absorbância com a concentração em 700 nm indica que os íons férricos complexados do meio reacional estão sendo reduzidos a complexos de íons ferrosos por moléculas redutoras (antioxidantes) presentes nas amostras, gerando uma coloração azulada.

Tabela 12 – Poder de redução de íons férricos (FRAP), expresso em valores de absorbância monitorada em 700 nm, das amostras de melão nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL.

Concentração (µg/mL)	FRAP (Abs)				
	EHSM (H <sub>2</sub> O)	EHSM (MeOH)	RPML (H <sub>2</sub> O)	RPML (MeOH)	OM
50	0,076 ± 0,002	0,012 ± 0,029	0,098 ± 0,009	0,078 ± 0,408	0,112 ± 0,679
100	0,099 ± 0,120	0,025 ± 0,156	0,123 ± 0,057	0,095 ± 0,127	0,133 ± 0,051
250	0,112 ± 0,567	0,067 ± 0,096	0,145 ± 0,076	0,112 ± 0,213	0,250 ± 1,751
500	0,267 ± 0,051	0,098 ± 0,038	0,156 ± 0,038	0,133 ± 0,789	0,489 ± 1,890
1000	0,290 ± 0,090	0,102 ± 0,153	0,298 ± 0,558	0,209 ± 0,333	0,678 ± 0,136

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 29 – Poder de redução de íons férricos (FRAP), expresso em valores de absorbância monitorada em 700 nm, das amostras de melão e controle BHT nas concentrações de 50 a 1.000 µg/mL.



Fonte: Elaborada pela autora.

É possível destacar que o óleo do melão possui maior atividade redutora, seguido da placenta e do extrato hidroalcoólico da semente. Além disso, essa atividade se mostrou maior em meio aquoso, o que pode ser justificado por a água solvatar melhor os íons e permitir uma maior mobilidade, facilitando transferências de elétrons.

#### 5.5.3.4 Atividade inibitória do branqueamento do β-caroteno (BCB)

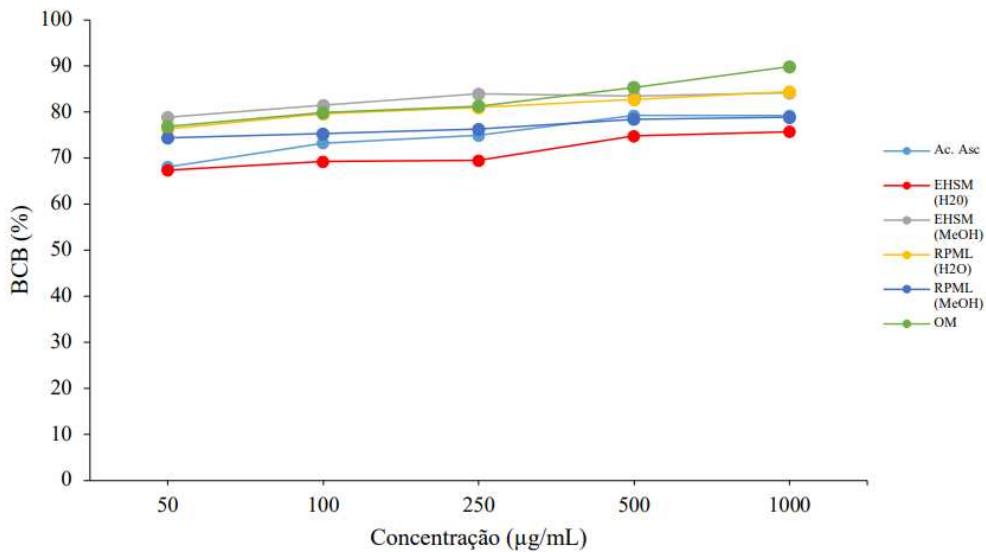
Os resultados da atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB) do extrato hidroalcoólico, da placenta liofilizada e do óleo da semente do melão Cantaloupe estão apresentados na tabela 13 e ilustrados pelo gráfico na figura 30.

Tabela 13 – Atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB) das amostras de melão nas concentrações de 50 a 1.000  $\mu\text{g/mL}$ .

Concentração ( $\mu\text{g/mL}$ )	BCB (%)				
	EHSM (H <sub>2</sub> O)	EHSM (MeOH)	RPML (H <sub>2</sub> O)	RPML (MeOH)	OM
50	67,409 $\pm$ 0,954	78,936 $\pm$ 0,760	76,370 $\pm$ 0,107	74,425 $\pm$ 0,663	76,891 $\pm$ 0,962
100	69,284 $\pm$ 0,869	81,483 $\pm$ 0,195	79,634 $\pm$ 0,845	75,330 $\pm$ 1,462	79,902 $\pm$ 0,361
250	69,538 $\pm$ 1,189	83,934 $\pm$ 0,735	81,031 $\pm$ 0,583	76,335 $\pm$ 0,866	81,340 $\pm$ 0,723
500	74,855 $\pm$ 0,470	83,531 $\pm$ 0,336	82,774 $\pm$ 0,800	78,459 $\pm$ 1,570	85,367 $\pm$ 0,116
1000	75,731 $\pm$ 1,549	84,213 $\pm$ 0,222	84,461 $\pm$ 0,866	78,920 $\pm$ 0,536	89,901 $\pm$ 1,243

Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 30 – Atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno (BCB) das amostras de melão e do ácido ascórbico nas concentrações de 50 a 1.000  $\mu\text{g/mL}$ .



Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se que todas as amostras apresentaram atividade inibitória do branqueamento do  $\beta$ -caroteno semelhante, entre 67,409% e 89,901%, o que indica que os antioxidantes presentes foram capazes de proteger o ácido linoleico do meio reacional de oxidar, impedindo a formação de radicais livres que acarretariam o branqueamento do  $\beta$ -caroteno. Por isso que, ao aumentar a concentração das amostras, as absorbâncias a 470 nm aumentaram, considerando a cor amarelada do  $\beta$ -caroteno, o qual teria uma parcela menor sofrendo com branqueamento.

Portanto, o método de BCB revelou de forma direta o elevado poder antioxidantas das amostras de melão, estando o óleo do melão com um desempenho um pouco acima das demais.

#### **5.5.4 Considerações sobre o poder antioxidantas das amostras do melão Cantaloupe**

Entre as três amostras do melão Cantaloupe, o óleo da semente foi o que apresentou maior capacidade antioxidantas nos testes realizados, ideia reforçada pela maior presença constatada de compostos fenólicos, incluindo flavonoides, que são excelentes antioxidantas naturais presentes em alimentos (ANGELO; JORGE, 2007).

Estudos revelam que emulsões baseadas em óleos vegetais são mais ricas em antioxidantas que emulsões baseadas em óleos minerais, apresentando melhores efeitos para a pele no geral (KUNIK et al., 2022). Portanto, o óleo do melão seria uma ótima substituição para óleos minerais em formulações cosméticas.

Ademais, os solventes utilizados (água e metanol) no preparo das soluções do extrato hidroalcoólico da semente e da placenta liofilizada provocaram diferentes interações das amostras com os reagentes nos testes de poder antioxidantas, não havendo uma constância de resultados. Entretanto, ainda foi possível observar semelhança no poder antioxidantas das duas amostras.

Por fim, considerando a expansão do mercado global de antioxidantas naturais prevista por Grand View Research (2025), produtos derivados da placenta e das sementes do melão Cantaloupe são de potencial valorização devido à sua rica atividade antioxidantas, principalmente com a presença de polifenóis (constatada experimentalmente) e carotenoides (já relatada na revisão bibliográfica).

## 6. CONCLUSÃO

O estudo evidenciou o alto potencial químico-funcional das sementes e da placenta do melão Cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *cantalupensis* Naud), mostrando que essas partes do fruto, muitas vezes descartadas, podem ser aproveitadas para a extração de óleos ricos em ácidos graxos, principalmente ácido linoleico, e de compostos bioativos, com destaque para sua elevada capacidade antioxidante. Dessa forma, considerando a crescente demanda por produtos naturais no mercado global, extratos do melão mostram-se valiosos para o enriquecimento nutricional na produção de alimentos e suplementos, e com propriedades promissoras para a fabricação de cosméticos de cuidado com a pele.

Sob esse viés, embora as extrações do óleo da semente com hexano tenham fornecido melhores rendimentos, a extração com etanol/água ou por prensagem podem ser alternativas mais seguras e sustentáveis para a obtenção de um produto mais rico e menos tóxico, sendo então oportuno o aprimoramento dessas metodologias, ou mesmo o teste com outros solventes atóxicos. Ademais, para viabilizar aplicações industriais desses subprodutos, também se faz necessário aprofundar sua caracterização e avaliar sua estabilidade e segurança.

Destarte, ao agregar valor a esses resíduos, contribui-se com a economia circular e a redução do desperdício alimentar, com o aproveitamento anual de milhares de toneladas de melões perdidos em campo e suas partes subutilizadas, o que pode ser complementado com estudos futuros para investigação das cascas.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P.; **Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography / Mass Spectroscopy**, 4. ed., EUA: Allured Publishing Corporation, Carol Stream, IL, 2007.
- AGBOR, A G.; VINSON, J. A.; DONNELLY, P. E. Folin-Ciocalteau Reagent for Polyphenolic Assay. **International Journal of Food Science, Nutrition and Dietetics**, p. 147–156, 21 ago. 2014.
- AHMAD, Z. et al. A comparative study on extraction and characterization of melon (*Cucumis melo*) seed oil and its application in baking. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 29, n. 3, p. 848–853, 2019.
- AHN, M. et al. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. **Food Chemistry**, v. 101, n. 4, p. 1383–1392, 2007.
- AINSWORTH, E. A.; GILLESPIE, K. M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin–Ciocalteu reagent. **Nature Protocols**, v. 2, n. 4, p. 875–877, abr. 2007.
- ALLEN, K. E. Metal chelators as antioxidants for food preservation. p. 79–104, 1 jan. 2015.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz, [S. l.]**, v. 66, n. 1, p. 1–9, 2007.
- BEDLACK, R. S. et al. Complementary and Alternative Therapies in Amyotrophic Lateral Sclerosis. **Neurologic Clinics**, v. 33, n. 4, p. 909–936, nov. 2015.
- BLOIS, M. S. Antioxidant determinations by the use of stable free radical. **Nature**, London, v. 181, n. 4617, p. 1199-1200, abr. 1958.
- BOUAZIZ, A. et al. Polyphenolic content, Antioxidant and Anti-inflammatory activities of Melon (*Cucumis melo* L. var. *inodorus*) Seeds. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics**, v. 10, n. 2-s, p. 22–26, 15 abr. 2020.
- BURNETT, C. L. et al. Safety Assessment of  $\alpha$ -Amino Acids as Used in Cosmetics. **International Journal of Toxicology**, v. 32, p. 41S-64S, nov. 2013.
- CAROLINA, A. et al. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 733–737, 1 set. 2008.
- CHARNVANICH, D.; SINGPANNA, K.; PANAPISAL, V. Formulation and Optimization of Nanoemulsions Loaded with Gamma–Aminobutyric Acid (GABA) for Dermatological Application: Assessing Skin Permeation and Penetration Enhancement. **Cosmetics**, v. 11, n. 1, p. 19, 1 fev. 2024.
- COSTA, N. D. (ed.). **A cultura do melão**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

CRAVOTTO, C. et al. Towards Substitution of Hexane as Extraction Solvent of Food Products and Ingredients with No Regrets. **Foods**, v. 11, n. 21, p. 3412, 28 out. 2022.

DECKER, E. A.; WELCH B. Role of ferritin as a lipid oxidation catalyst in muscle food. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, p. 674-677, 1990.

DHONGADE, H. J.; CHANDEWAR, A. V. An in-vitro investigation of the antioxidant activity of *Phyllanthus amarus*. **International Journal of Biomedical and Advance Research**, v. 4, n. 6, p. 435-439, 2013.

DIANA, M.; QUÍLEZ, J.; RAFECAS, M. Gamma-aminobutyric acid as a bioactive compound in foods: a review. **Journal of Functional Foods**, v. 10, p. 407–420, set. 2014.

DUAN, X. J.; ZHANG, W. W.; LI, X. L.; WANG, B. G. Evaluation of antioxidant property of extract and fractions obtained from a red alga, *Polysiphonia urceolata*. **Food Chemistry**, v. 95, p. 37-43, 2006.

EMBRAPA. **Melão desperdiçado é alternativa à maçã na indústria de bebidas**. Brasil: Embrapa, 2017. Disponível em: [https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/28868795/melao-desperdicado-e-alternativa-a-maca-na-industria-de-bebidas?p\\_auth=ENkjzUAB](https://www.embrapa.br/web/portal/busca-de-noticias/-/noticia/28868795/melao-desperdicado-e-alternativa-a-maca-na-industria-de-bebidas?p_auth=ENkjzUAB). Acesso em: 6 jan. 2025.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S (Ed. técnicos). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 302 p.

FUNDO, J. F. et al. Physicochemical characteristics, bioactive compounds and antioxidant activity in juice, pulp, peel and seeds of Cantaloupe melon. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 12, n. 1, p. 292–300, 22 set. 2017.

GÓMEZ-GARCÍA, R; CAMPOS. D. A.; AGUILAR, C. N.; MADUREIRA, A. R.; PINTADO, M. Valorization of melon fruit (*Cucumis melo* L.) by-products: Phytochemical and Biofunctional properties with Emphasis on Recent Trends and Advances. **Trends in Food Science & Technology**, v. 99, p. 507–519, 1 mai. 2020.

GÓRNAŚ, P.; SOLIVEN, A.; SEGLIŃA, D. Seed oils recovered from industrial fruit by-products are a rich source of tocopherols and tocotrienols: Rapid separation of  $\alpha/\beta/\gamma/\delta$  homologues by RP-HPLC/FLD. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 6, p. 773–777, 20 jan. 2015.

GÓRNAŚ, P., RUDZIŃSKA, M. Seeds recovered from industry by-products of nine fruit species with a high potential utility as a source of unconventional oil for biodiesel and cosmetic and pharmaceutical sectors. **Industrial Crops and Products**, v. 83, p. 329–338, mai. 2016.

GRAND VIEW RESEARCH. **Natural Antioxidants Market Size | Industry Report, 2030**. Estados Unidos: GVR, 2025. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/natural-antioxidants-market>. Acesso em: 27 fev. 2025.

GROPPER, S. S.; GROFF, J. L; SMITH, J. L. **Advanced nutrition and human metabolism**.

5. ed. Belmont, USA: Wadsworth Publishing, 2008.

HANSEN, H. S.; JENSEN, B. Essential function of linoleic acid esterified in acylglucosylceramide and acylceramide in maintaining the epidermal water permeability barrier. Evidence from feeding studies with oleate, linoleate, arachidonate, columbinate and  $\alpha$ -linolenate. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism**, v. 834, n. 3, p. 357–363, mai. 1985.

HOED, V. V. Phenolic compounds in seed oils. **Lipid Technology**, v. 22, n. 11, p. 247–249, nov. 2010.

IBGE. **Produção de melão**. Brasil: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/melao/br>. Acesso em: 6 jan. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Livro digital. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/ial/publicacoes/livros/metodos-fisico-quimicos-para-analise-de-alimentos>. Acesso em: 22 jan. 2025.

ITO, K. et al. GABA-synthesizing enzyme, GAD67, from dermal fibroblasts: Evidence for a new skin function. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - General Subjects**, v. 1770, n. 2, p. 291–296, 5 out. 2006.

KATO, K.; NINOMIYA, M.; TANAKA, K.; KOKETSU, M. Effects of functional groups and sugar composition of quercetin derivatives on their radical scavenging properties. **Journal of Natural Products**, v. 79, p. 1808-1814, jun. 2016.

KHATUA, S.; ROY, T.; ACHARYA, K. Antioxidant and free radical scavenging capacity of phenolic extract from Russula laurocerasi. **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**, v. 6, n. 4, p. 156-160, 2016.

KUNIK, O. et al. Emulsions based on fatty acid from vegetable oils for cosmetics. **Industrial Crops and Products**, v. 189, p. 115776, 1 dez. 2022.

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. 113, p. 68–77, jan. 2018.

MANCHALI, S.; MURTHY, K. N. C. Muskmelon. In: K. JAISWAL, A. (Ed.). **Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables**. [s.l.] Elsevier Inc, 2020. p. 533–546.

MANK, V.; POLONSKA, T. Use of natural oils as bioactive ingredients of cosmetic products. **Ukrainian Food Journal**, v. 5, n. 2, p. 281–289, jun. 2016.

MARIOD, A.; MATTHÄUS, B. Fatty Acids, Tocopherols, Sterols, Phenolic Profiles And Oxidative Stability Of Cucumis Melo Var. Agrestis Oil. **Journal of Food Lipids**, v. 15, n. 1, p. 56–67, fev. 2008.

MEHRA, M.; PASRICHCHA, V.; GUPTA, R. K. Estimation of nutritional, phytochemical and

antioxidant activity of seeds of musk melon (*Cucumis melo*) and water melon (*Citrullus lanatus*) and nutritional analysis of their respective oils. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 3, n. 6, p. 98–102, 1 mar. 2015.

MIGUEL, A; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G.; DIAS, J; SPOTO, M. et al. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 3, p. 733–737, 1 set. 2008.

MIGUEL, M. G. et al. Phenols, flavonoids and antioxidant activity of aqueous and methanolic extracts of propolis (*Apis mellifera L.*) from Algarve, South Portugal. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 34, n. 1, p. 16–23, mar. 2014.

MORAIS, D. R. et al. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI(–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. **Food Research International**, v. 77, p. 392–399, nov. 2015.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). *NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, versão 2.0 (NIST 08)*. Gaithersburg: NIST, 2008.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST). *NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library, versão 2.0 (NIST 12)*. Gaithersburg: NIST, 2012.

NATTAPORN, W.; PRANEE, A. Effect of pectinase on volatile and functional bioactive compounds in the flesh and placenta of ‘Sunlady’ cantaloupe. International **Food Research Journal**, v. 18, n. 2, p. 819-827, 2011.

NELSON, D. L. et al. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OLIVEIRA, V. B. et al. Avaliação do potencial antioxidante frente à oxidação lipídica e da toxicidade preliminar do extrato e frações obtidas das frondes de *Dicksonia sellowiana* (Presl.) Hook. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 4, p. 614–621, dez. 2015.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: consumo e produção responsáveis*. Brasília: Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 6 jan. 2025.

OSORIO, L. L. D. R.; FLÓREZ-LÓPEZ, E.; GRANDE-TOVAR, C. D. The Potential of Selected Agri-Food Loss and Waste to Contribute to a Circular Economy: Applications in the Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. **Molecules**, v. 26, n. 2, p. 515, 19 jan. 2021.

PEKAL, A.; PYRZYNSKA, K. Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. **Food Analytical Methods**, v. 7, n. 9, p. 1776–1782, 11 fev. 2014.

PÉREZ, M.; DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, I.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. The Chemistry behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 71, n. 46, 10 nov. 2023.

PETKOVA, Z.; ANTOVA, G. Proximate composition of seeds and seed oils from melon

(*Cucumis melo* L.) cultivated in Bulgaria. **Cogent Food & Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1018779, 10 mar. 2015.

PITRAT, M. Melon Genetic Resources: Phenotypic Diversity and Horticultural Taxonomy. **Plant Genetics and Genomics: Crops and Models**, p. 25–60, 2016.

PUBCHEM. **Potassium Hydroxide**. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-hydroxide#section=Chemical-and-Physical-Properties>. Acesso em: 6 jan. 2025.

RABADÁN, A. et al. From By-Product to the Food Chain: Melon (*Cucumis melo* L.) Seeds as Potential Source for Oils. **Foods**, v. 9, n. 10, p. 1341, 23 set. 2020.

RAJI, Z. et al. Extraction optimization and physicochemical properties of pectin from melon peel. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 98, p. 709–716, maio 2017.

REZAIE, M., FARHOOSH, R., SHAHIDI, F., BAYGAN, A. Chemical Composition and Oxidative Stability of *Cucumis Melon* and *Cantaloupe* Seed Oils. **Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering**, v. 43, n. 5, p. 2142-2155, mai. 2024

SADEER, N. B. et al. The Versatility of Antioxidant Assays in Food Science and Safety—Chemistry, Applications, Strengths, and Limitations. **Antioxidants**, v. 9, n. 8, p. 709, 5 ago. 2020.

SEBASTIAN, P. et al. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 107, n. 32, p. 14269–14273, 23 jul. 2010.

SILVA, D. B.; POTT, A.; OLIVEIRA, R. Analyses of the Headspace Volatile Constituents of Aerial Parts (leaves and stems), Flowers and Fruits of *Bidens gardneri* Bak. and *Bidens sulphurea* (Cav.) Sch. Bip. Using Solid-Phase Microextraction. **Journal of Essential Oil Research**, v. 22, n. 6, p. 560–563, 1 nov. 2010.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdc-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SUCUPIRA, N. R.; DA SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; DA COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **Unopar Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, p. 263–269, 17 mai. 2012.

TOLKIEN, J. R. R. **O Senhor dos Anéis: A Sociedade do Anel**. Tradução de Lenita Maria Rimoli Esteves e Almiro Pisetta. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

TOYOIZUMI, T.; OHBA, S; TAKANO-ISHIKAWA, Y.; IKEGAYA, A.; NAKAJIMA, T. Placental tissue of greenhouse muskmelon (*Cucumis melo* L.) contains more gamma-aminobutyric acid with antioxidant capacity than the fleshed pulp. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 84, n. 6, p. 1211–1220, 2 jun. 2020.

UEHARA, E. et al. GABA promotes elastin synthesis and elastin fiber formation in normal

human dermal fibroblasts (HDFs). **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 81, n. 6, p. 1198–1205, 13 fev. 2017.

WANG, T.; JÓNSDÓTTIR, R.; ÓLAFSDÓTTIR, G. Total phenolic compounds, radical scavenging and metal chelation of extracts from Icelandic seaweeds. **Food Chemistry**, Oxford, v. 116, n. 1, p. 240-248, set. 2009.

WANG, L. et al. Comparison of Antioxidant and Antibacterial Activities of Camellia Oil From Hainan With Camellia Oil From Guangxi, Olive Oil, and Peanut Oil. **Frontiers in Nutrition**, v. 8, 3 mai. 2021.

YASHIN, A.; YASHIN, Y.; XIA, X.; NEMZER, B. Antioxidant Activity of Spices and Their Impact on Human Health: A Review. **Antioxidants**, v. 6, n. 3, p. 70, 15 set. 2017.

ZHANG, Q.; DU, X. Quality characteristics of field muskmelon seed oil extracted by different processes. **Food Science and Technology**, v. 42, 1 jan. 2022.

ZHANG, G.; LI, Z.; CHARALAMPOPOULOS, D. Upcycling of melon seed (*Cucumis melo* L.) oil processing by-product: evaluation of functional properties and nutritional components as novel ingredient. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v. 11, n. 1, 1 ago. 2024.

ZHANG, G; LI, Z; GUO, Z; CHARALAMPOPOULOS, D. Comparative extraction of melon seed (*Cucumis melo* L.) oil by conventional and enzymatic methods: Physicochemical properties and oxidative stability. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 16, p. 101182–101182, 24 abr. 2024a.

ZHANG, G.; LI, Z.; CHATZIFRAGKOU, A., CHARALAMPOPOULOS, D. Effect of processing methods on the phytochemical content of melon seeds (*Cucumis melo* L.). **Future Foods**, v. 10, p. 100399, dez. 2024b.

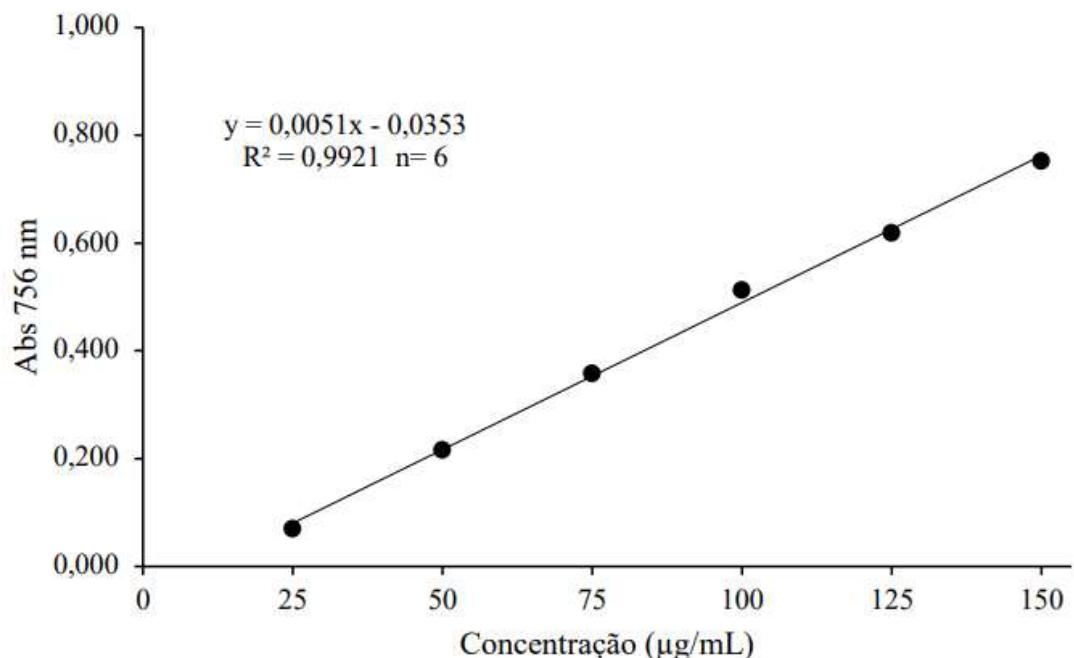
ZHANG, G; LI, Z; LIU, L; XIANG, Q. Road to valorisation of melon seeds (*Cucumis melo* L.): A comprehensive review of nutritional profiles, biological activities, and food applications. **Sustainable Food Technology**, 1 jan. 2024c.

**APÊNDICE A – TABELA COM VALORES DE ABSORBÂNCIA, MONITORADA EM 765 nm (MÉDIA  $\pm$  DESVIO PADRÃO), DE ACORDO COM AS CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE ÁCIDO GÁLICO, VARIANDO DE 25 A 200  $\mu$ g/mL.**

Concentração ( $\mu$ g/mL)	Absorbância em 765 nm ( $\bar{x} \pm s$ )
25	0,070 $\pm$ 0,003
50	0,216 $\pm$ 0,013
75	0,358 $\pm$ 0,010
100	0,513 $\pm$ 0,024
125	0,619 $\pm$ 0,026
150	0,752 $\pm$ 0,029
175	0,826 $\pm$ 0,018
200	1,000 $\pm$ 0,010

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE B – CURVA PADRÃO DE ABSORBÂNCIA DO ÁCIDO GÁLICO A 765 nm, NAS CONCENTRAÇÕES DE 25 A 150  $\mu$ g/mL, USADA PARA QUANTIFICAR OS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS (CFT) DAS AMOSTRAS DE MELÃO EHSM, RPML E OM.**



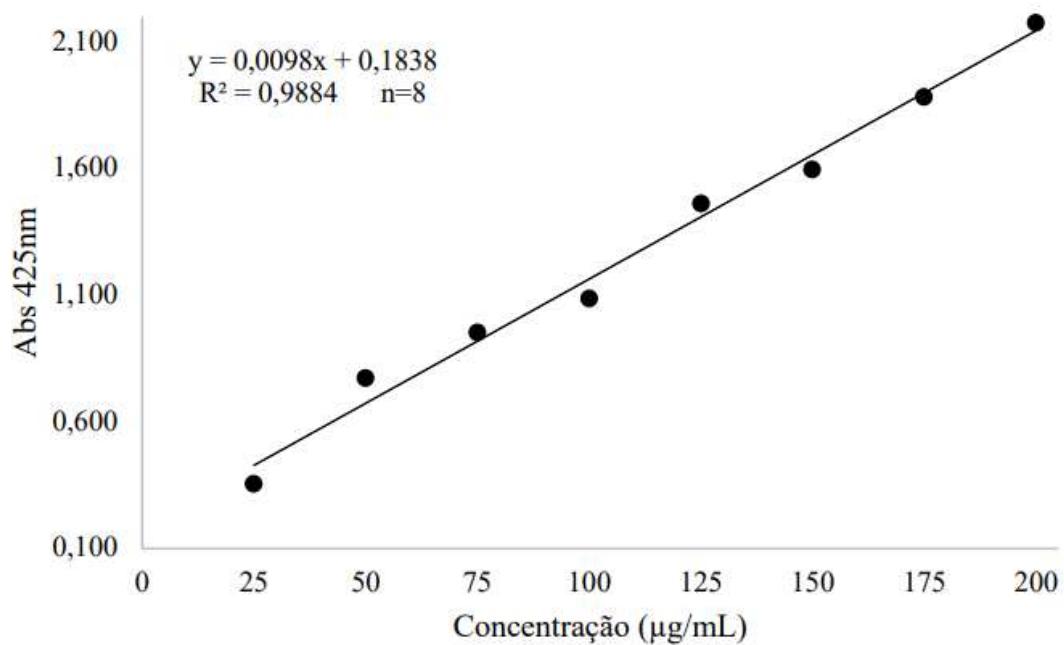
Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE C – TABELA COM OS VALORES DE ABSORBÂNCIA, MONITORADA  
EM 425 nm (MÉDIA  $\pm$  DESVIO PADRÃO), DE ACORDO COM AS  
CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE QUERCETINA, VARIANDO DE 10 A 200  
μg/mL.**

Concentração (μg/mL)	Absorbância em 425 nm ( $\bar{x} \pm s$ )
10	0,152 $\pm$ 0,008
25	0,357 $\pm$ 0,036
50	0,775 $\pm$ 0,047
75	0,954 $\pm$ 0,087
100	1,091 $\pm$ 0,082
125	1,466 $\pm$ 0,008
150	1,600 $\pm$ 0,066
175	1,886 $\pm$ 0,136
200	2,179 $\pm$ 0,052

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE D – CURVA PADRÃO DE ABSORBÂNCIA DA QUERCETINA A 425 nm,  
NAS CONCENTRAÇÕES DE 10 A 200 µg/mL, USADA PARA QUANTIFICAR OS  
TEORES DE FLAVONOIDES (TF) DAS AMOSTRAS DE MELÃO.**



Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE E – TABELA COM A CAPACIDADE DE SEQUESTRO DO RADICAL  
DPPH (%) DO CONTROLE POSITIVO (ÁCIDO ASCÓRBICO) NAS  
CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 µg/mL.**

Concentração (µg/mL)	DPPH (%) - Ácido ascórbico
50	9,798 ± 0,095
100	23,333 ± 0,682
250	57,753 ± 0,280
500	96,577 ± 0,097
1000	99,597 ± 0,316

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE F – TABELA COM O PODER DE QUELAÇÃO DE ÍONS FERROSOS (FIC) (%) DO CONTROLE POSITIVO (EDTA) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000  $\mu$ g/mL.**

Concentração ( $\mu$ g/mL)	FIC (%) - EDTA
50	86,808 $\pm$ 0,633
100	94,048 $\pm$ 1,782
250	99,991 $\pm$ 0,044
500	100,001 $\pm$ 0,153
1000	100,045 $\pm$ 0,306

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE G – TABELA COM O PODER DE REDUÇÃO DE ÍONS FÉRRICOS (FRAP), EXPRESSO EM VALORES DE ABSORBÂNCIA MONITORADA EM 700 nm, DO CONTROLE POSITIVO BUTIL HIDROXIANISOL (BHA) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000 µg/mL.**

Concentração (µg/mL)	FRAP (Abs 700 nm) - BHA
50	0,167 ± 0,010
100	0,271 ± 0,017
250	0,640 ± 0,013
500	0,980 ± 0,019
1000	1,090 ± 0,029

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE H – TABELA COM A ATIVIDADE INIBITÓRIA DO  
BRANQUEAMENTO DO  $\beta$ -CAROTENO (BCB) (%) DO CONTROLE POSITIVO  
(ÁCIDO ASCÓRBICO) NAS CONCENTRAÇÕES DE 50 A 1.000  $\mu$ g/mL.**

Concentração ( $\mu$ g/mL)	BCB (%) - Ácido ascórbico
50	68,100 $\pm$ 2,660
100	73,308 $\pm$ 1,205
250	74,957 $\pm$ 0,875
500	79,645 $\pm$ 0,647
1000	79,257 $\pm$ 0,900

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE I – TABELA DE MASSA (EM g) DOS MELÕES INTEIROS E DE SUAS CASCAS, SEMENTES, POLPAS E PLACENTAS.**

<b>AVALIAÇÃO DOS PARAMETROS DO MELÃO PARA DEFINIÇÃO DE RENDIMENTOS</b>					
<b>Fruto (melão)</b>	<b>Fruto Inteiro (g)</b>	<b>Casca (g)</b>	<b>Sementes (g)</b>	<b>Polpa (g)</b>	<b>Placenta (g)</b>
1	1187,40	466,45	15,90	669,32	35,73
2	1455,80	576,62	31,40	760,54	87,24
3	1226,57	480,09	21,73	663,95	60,80
4	1209,38	612,91	18,56	519,37	58,54
5	1623,65	748,97	27,20	776,71	70,77
6	1295,63	662,92	21,20	568,07	43,44
7	1180,45	503,56	20,13	600,38	56,38
8	1559,16	574,88	22,40	911,64	50,24
9	1375,81	654,75	15,29	645,67	60,10
10	1503,88	676,34	21,14	751,49	54,91
11	1378,70	549,11	29,47	737,67	62,45
12	1034,45	713,29	21,03	237,37	62,76
13	1294,05	635,75	19,19	585,40	53,71
14	1296,95	549,55	17,55	657,91	71,94
15	1275,56	494,62	16,53	715,70	48,71
16	1400,02	575,18	22,06	760,03	42,75
17	1310,14	597,24	22,30	634,48	56,12
18	1708,67	1002,10	24,29	591,81	90,47
19	1505,58	665,03	22,11	758,79	59,65
20	1337,86	542,60	12,38	729,00	53,88
21	1261,04	551,99	21,80	632,24	55,01
22	1376,39	515,56	16,25	791,08	53,50
23	1593,58	553,50	21,41	946,55	72,12
24	1742,01	736,62	18,91	919,09	67,39
25	1307,33	545,86	14,44	688,77	58,26
26	1481,09	553,63	21,33	839,60	66,53
27	1249,83	645,99	20,40	524,47	58,97
28	1537,62	627,84	25,05	837,58	47,15
29	1125,85	439,73	15,21	621,33	49,58
30	1387,48	524,58	18,03	779,73	65,14

Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE J – TABELA DE INTEGRAÇÃO DE PICOS OBTIDOS NO CG-EM DO  
ÓLEO DERIVATIZADO DA SEMENTE DO MELÃO EXTRAÍDO POR  
PRENSAGEM.**

<b>Pico</b>	<b>Início</b>	<b>RT</b>	<b>Fim</b>	<b>Altura</b>	<b>Área</b>	<b>Porcentagem da soma das áreas (%)</b>
1	14,244	14,266	14,368	3779779,04	7455807,05	11,3
2	16,609	16,684	16,716	13760640,65	42703922,31	64,7
3	16,716	16,743	16,823	5396856,29	12198102,36	18,48
4	17,053	17,096	17,23	1409142,85	3640745,38	5,52

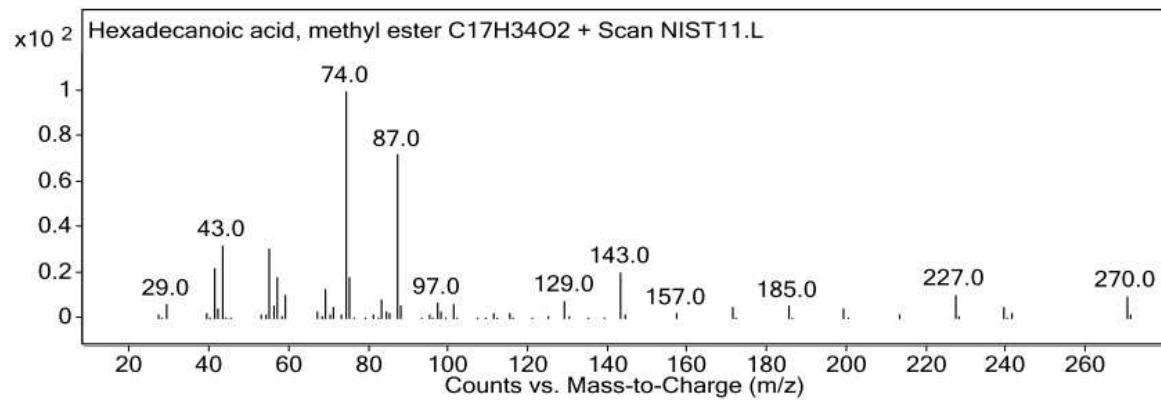
Fonte: Elaborada pela autora.

**APÊNDICE K – TABELA DE INTEGRAÇÃO DE PICOS OBTIDOS NO CG-EM DO  
ÓLEO DERIVATIZADO DA SEMENTE DO MELÃO EXTRAÍDO POR  
ETANOL/ÁGUA 2:1.**

<b>Pico</b>	<b>Início</b>	<b>RT</b>	<b>Fim</b>	<b>Altura</b>	<b>Área</b>	<b>Porcentagem da soma das áreas (%)</b>
1	14,245	14,261	14,395	3301102,3	6399918,39	12,54
2	16,61	16,668	16,711	11855806,04	31999979,74	62,72
3	16,711	16,732	16,866	4099916,65	9945188,72	19,49
4	17,053	17,096	17,256	987420,13	2678614,68	5,25

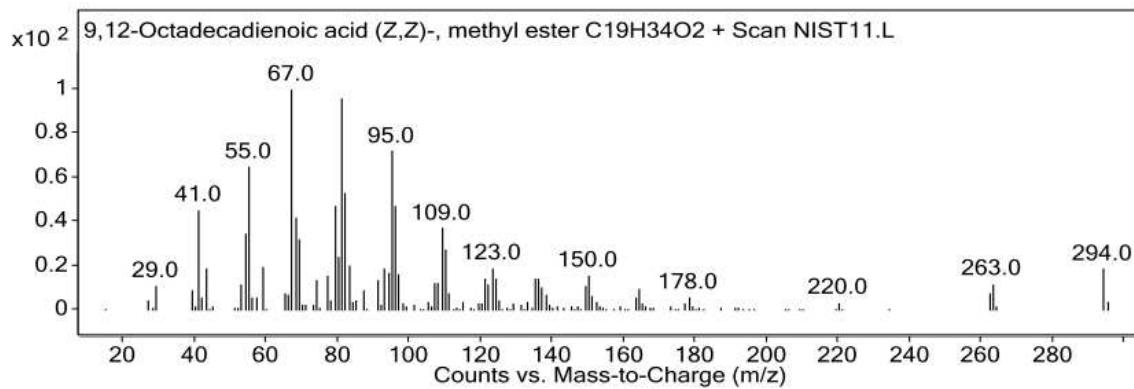
Fonte: Elaborada pela autora.

**ANEXO A – ESPECTRO DE MASSAS PARA O ÁCIDO PALMÍTICO CONSTADO NA LITERATURA.**



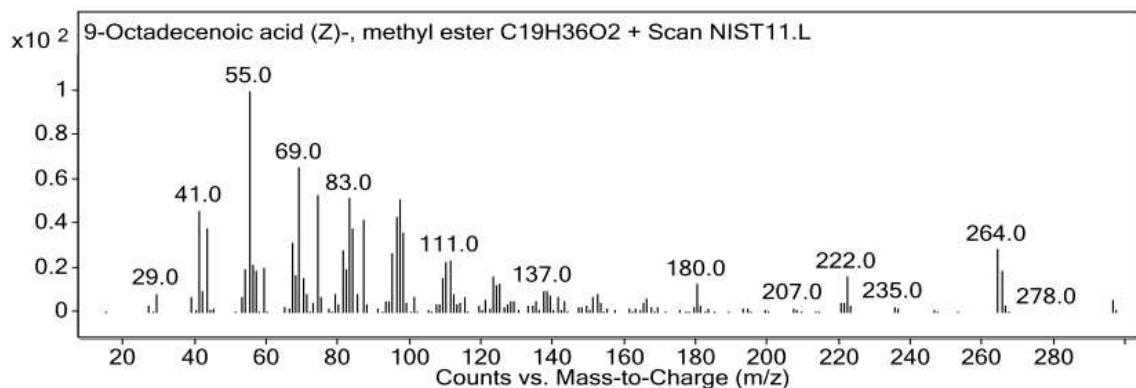
Fonte: NIST, 2012.

**ANEXO B – ESPECTRO DE MASSAS PARA O LINOLEATO DE METILA  
CONSTADO NA LITERATURA.**



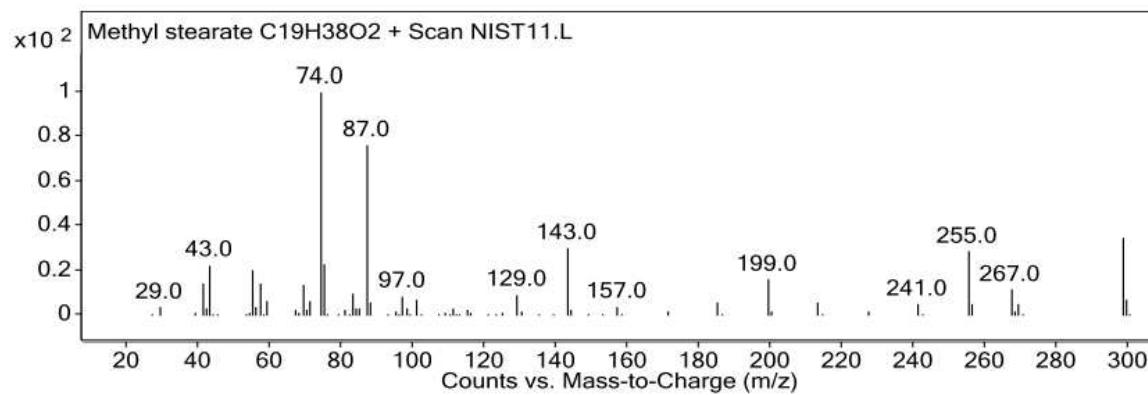
Fonte: NIST, 2012.

**ANEXO C – ESPECTRO DE MASSAS PARA O OLEATO DE METILA CONSTADO NA LITERATURA.**



Fonte: NIST, 2012.

**ANEXO D – ESPECTRO DE MASSAS PARA O ESTEARATO DE METILA  
CONSTADO NA LITERATURA.**



Fonte: NIST, 2012.