



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

CAMPUS REALENGO

GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA

JOÃO VITOR VICENTE DA SILVA

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO ÓLEO DE
SEMENTE DE MARACUJÁ AZEDO (*Passiflora
edulis Sims*)**

RIO DE JANEIRO

2022

JOÃO VITOR VICENTE DA SILVA

**EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ AZEDO (*Passiflora edulis Sims*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Farmácia.

Orientadores: DSc. Paula de Miranda Costa Maciel e DSc. Eduardo Rodrigues da Silva

RIO DE JANEIRO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação.

Elaborada por Karina Barbosa dos Santos

Bibliotecária - CRB 7 n° 6212

S586e Silva, João Vitor Vicente da
Extração e caracterização físico-química e microbiológica do
óleo de semente de maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*) /
João Vitor Vicente da Silva - Rio de Janeiro, 2022.
59 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Paula de Miranda Costa Maciel.

Coorientação: Eduardo Rodrigues da Silva.

Trabalho de conclusão de curso (graduação), Bacharelado em
Farmácia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Rio de Janeiro, Campus Realengo, 2022.

1. Maracujá. 2. *Passiflora edulis Sims*. 3. Óleo fixo. 4.
Semente. 5. Ácidos graxos. I. Maciel, Paula de Miranda Costa,
orient. II. Silva, Eduardo Rodrigues da , **coorient.** III. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.
IV. Título

JOÃO VITOR VICENTE DA SILVA

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DO
ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ AZEDO (*Passiflora edulis Sims*)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto Federal do Rio de Janeiro como requisito
parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Farmácia.

Aprovado em 02 / agosto 2022

Banca Examinadora

Paula de C. Maciel

Prof. Dsc. Paula de Miranda Costa Maciel - (Orientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Eduardo Rodrigues da Silva

Prof. Dsc. Eduardo Rodrigues da Silva - (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Débora Leandra Rama Gomes

Prof. Dsc. Débora Leandro Rama Gomes - (Membro)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Rosana Cândida Macedo

Prof. Msc. Rosana Cândida Macedo - (Membro)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família por todo apoio, compreensão e suporte.

Agradeço aos meus pais, Elizabeth da Silva Vicente da Silva e Jenival Vicente da Silva, pelo amor, carinho e pelo destaque que sempre deram para a importância da educação durante toda a minha vida.

Agradeço às minhas irmãs, Yasmin, Vitória e Isabela por sempre estarem presentes e serem minha plateia durante o treino para as apresentações da faculdade. Me sinto honrado por ser um espelho para vocês em busca de algo maior para as suas vidas.

Aos meus avós maternos, Narciso e Maria Augusta, principalmente a minha avó por ser uma figura tão presente na minha vida e compartilhar comigo cada vitória e dificuldade que passei nesses anos de graduação.

Agradeço à minha prima, Maria José, carinhosamente conhecida como Liro por ser uma segunda mãe para mim durante a minha infância e adolescência e ter me criado com tamanho cuidado e amor.

Agradeço ao meu primo Vinícius por ser um exemplo de pessoa, profissional e me inspirar a dar o meu melhor sempre.

Agradeço de uma forma destacada à minha orientadora, a Prof.^a Paula de Miranda Costa Maciel pela amizade, compreensão, competência, dedicação e suporte durante toda a graduação, em especial durante o IC e TCC. Ao orientador Prof.^o Eduardo Rodrigues da Silva pela paciência, ajuda e confiança. Vocês são excelentes profissionais e sou muito grato e privilegiado de ter tido exemplos de mestres como vocês.

Aos professores Rosana Candida, Murilo Lima e Débora Rama pelo auxílio das análises realizadas para o desenvolvimento do TCC. Celebro aqui em destaque a Prof.^a Débora Rama por ter sido uma grande referência e mentora para mim ao longo de toda a graduação.

Agradeço aos meus amigos que de uma forma muito especial marcaram a minha passagem pela graduação e me tornaram um indivíduo melhor, tanto no âmbito profissional quanto pessoal. Destaco minhas amigas Luana Gabrielli, Yasmim Cabral e Carolina Azevedo.

Ao Daniel Fernandes Messor, meu melhor amigo, pela oportunidade de convivência, carinho e amizade. Suas palavras e ensinamentos me guiaram e me fizeram uma pessoa melhor durante esta trajetória.

Aos meus amigos de vida, Fernando, Felipe, Victor, Marcos e João Marcelo, por comporem uma parte tão significativa e extensa da minha vida.

Agradeço às servidoras Livia e Isadora do Centro de Espectrometria de Massas de Biomoléculas, a doutoranda Meire e a professora Sueli do Laboratório de Óleos Vegetais, ambos da UFRJ pela parceria nas análises.

Agradeço às minhas companheiras de IC, Ana Lúcia e Débora Emerich, por terem se dedicado ao máximo na realização do projeto e me ajudarem e compartilharem todas as dificuldades durante todo o desenvolvimento do projeto na prática.

Ao meu amor, minha parceira, minha companheira, Juliana Cossich Trindade Alves, por todo amor singular e especial desde que nos conhecemos. Obrigado também por todas as palavras de incentivo, conforto e confiança demonstradas nos meus momentos de dúvidas e incertezas. Obrigado por estar comigo hoje e sempre.

Ao CNPq, PIBITI e ao Instituto Federal do Rio de Janeiro *campus* Realengo, pois sem estes parceiros, financiadores e a Instituição, não teria sido possível o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que de alguma maneira contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

SILVA, J.V.V. **Extração e caracterização físico-química e microbiológica do óleo de semente de maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*)**. 59F. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Farmácia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Realengo, Rio de Janeiro, RJ, 2022.

RESUMO

O maracujá amarelo ou maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*) é um fruto tropical originário do Brasil, sendo este país o maior mercado consumidor e produtor, responsável por cerca de 90% da produção mundial. Apesar da importância econômica deste fruto, associada a utilização de sua polpa como matéria-prima para a indústria alimentícia, cerca de 65% do peso total dos frutos não é utilizado, pois sementes e cascas são descartadas. O óleo fixo extraído da semente de maracujá é rico em minerais, tocoferóis, carotenoides, polifenóis, tri-/di-/monoglicerídeos e ácidos graxos essenciais. Os ácidos graxos essenciais desempenham um importante papel nas funções celulares normais. São ditos essenciais, pois não são capazes de serem sintetizados no organismo humano, sendo necessário obtê-los através da dieta. A presença de demais ácidos graxos, principalmente o oleico, caracteriza uma possível aplicação deste óleo em emulsões e nanoemulsões, uma vez que esta substância está frequentemente presente em preparações farmacêuticas e cosméticas, conferindo propriedades emolientes, sobreengordurantes e de promoção de penetração e permeação cutânea. A literatura indica que os componentes presentes no óleo de maracujá também apresentam possível atividade antimicrobiana, sendo mais uma característica de destaque para a indústria farmacêutica e cosmética aplicá-los em suas formulações. Devido às suas propriedades hidratantes, nutritivas e antimicrobianas, os óleos vegetais são empregados comumente na formulação de produtos tópicos para a prevenção e tratamento de problemas cutâneos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivos: extrair o óleo da semente do maracujá; caracterizar seus componentes; avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana *in vitro*, índice de acidez e acidez em ácido oleico, com o objetivo de prever a aplicação deste óleo vegetal, em específico no desenvolvimento de emulsões cosméticas. O óleo extraído neste trabalho apresentou composição química qualitativa a prevista na literatura. Além disso, apresentou acidez e índice de acidez dentro do estipulado pela legislação brasileira para óleos brutos; em relação ao seu potencial antioxidante, o material extraído esteve em consonância com os achados na literatura; quanto ao potencial antimicrobiano, verificou-se uma maior atividade sobre as bactérias Gram-negativas estudadas, quando comparada às Gram-positivas.

Palavras-chave: Maracujá; *Passiflora edulis Sims*; Óleo fixo; Semente; Ácidos graxos.

SILVA, J.V.V. **Extraction and physicochemical and microbiological characterization of sour passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) seed oil.** 59F. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Farmácia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Realengo, Rio de Janeiro, RJ, 2022.

ABSTRACT

The yellow passion fruit or sour passion fruit (*Passiflora edulis Sims*) is a tropical fruit originating in Brazil, which is the largest consumer and producer market, responsible for about 90% of world production. Despite the economic importance of this fruit, associated with the use of its pulp as a raw material for the food industry, about 65% of the total weight of the fruit is not used, as seeds and peels are discarded. The fixed oil extracted from passion fruit seed is rich in minerals, tocopherols, carotenoids, polyphenols, tri-/di-/monoglycerides and essential fatty acids. Essential fatty acids play an important role in normal cellular functions. They are said to be essential, as they are not capable of being synthesized in the human body, and it is necessary to obtain them through the diet. The presence of other fatty acids, mainly oleic, characterizes a possible application of this oil in emulsions and nanoemulsions, since this substance is often present in pharmaceutical and cosmetic preparations, conferring emollient, supergreasing and skin penetration and permeation properties. The literature indicates that the components present in passion fruit oil also show signs of antimicrobial activity, which is another prominent feature for the pharmaceutical and cosmetics industry to apply them in their formulations. Due to their moisturizing, nutritive and antimicrobial properties, vegetable oils are commonly used in the formulation of topical products for the prevention and treatment of skin problems. In this context, the present work aimed to: extract oil from the passion fruit seed; identify and characterize its components; to evaluate the in vitro antioxidant and antimicrobial activity, acidity index and acidity in oleic acid, in order to predict the application of this vegetable oil, specifically in the development of cosmetic emulsions. The oil extracted in this work presented qualitative chemical composition as predicted in the literature. In addition, it presented acidity and acidity index within the limits established by Brazilian legislation for crude oils; in relation to its antioxidant potential, the material extracted was in line with the findings in the literature; as for the antimicrobial potential, there was a greater activity on the Gram-negative bacteria studied, when compared to the Gram-positive ones.

Keywords: Passion fruit; *Passiflora edulis Sims*; Fixed oil; Seed; Fatty acids.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ANATOMIA DO MARACUJÁ. POLPA (A); ALBEDO (B); CASCA (C).....	13
FIGURA 2 - ESTRUTURA QUÍMICA DOS ÁCIDOS GRAXOS PRESENTES NO ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ.....	15
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA CORRESPONDENTE A UM CICLO PARA A OBTENÇÃO DA SEMENTE.....	20
FIGURA 4 - SEMENTES DE MARACUJÁ SECAS (A) E TRITURADAS (B).....	21
FIGURA 5 - APARELHAGEM DE EXTRAÇÃO PELO MÉTODO SOXHLET.....	22
FIGURA 6 - DISPOSIÇÃO UTILIZADA DAS AMOSTRAS DE ÓLEOS EXTRAÍDOS E CONTROLES NEGATIVOS NA PLACA DE PETRI PARA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA.....	25
FIGURA 7 - ÓLEO EXTRAÍDO COM ACETONA ANTERIOR (A) E POSTERIORMENTE (B) À CENTRIFUGAÇÃO.....	27
FIGURA 8 - ÓLEO DE MARACUJÁ COM SOLVENTE HEXANO (A) E ACETONA (B).....	28
FIGURA 9 - RESULTADOS OBTIDOS APÓS ANÁLISE CROMATOGRÁFICA E ESPECTROSCÓPICA DO ÓLEO EXTRAÍDO COM ACETONA POR CLAE-EM/EM. (A) CROMATOGRAMA, (B) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO LINOLEICO, (C) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO OLEICO, (D) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO PALMÍTICO, (E) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO ESTEÁRICO E (F) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO LINOLÊNICO.....	35
FIGURA 10 - RESULTADOS OBTIDOS APÓS ANÁLISE CROMATOGRÁFICA E ESPECTROSCÓPICA DO ÓLEO EXTRAÍDO COM HEXANO POR CLAE-EM/EM. (A) CROMATOGRAMA, (B) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO LINOLEICO, (C) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO LINOLÊNICO, (D) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO OLEICO E (E) ESPECTRO DE MASSAS DO ÁCIDO PALMÍTICO.....	36
FIGURA 11 - RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ PELO MÉTODO DA DISCO-DIFUSÃO, (A) <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> , (B) <i>STAPHYLOCOCCUS EPIDERMIDIS</i> , (C) <i>STAPHYLOCOCCUS HOMINIS</i> , (D) <i>STAPHYLOCOCCUS WARNERI</i> (E e F), <i>ESCHERICHIA COLI</i> E (G) <i>KLEBSIELLA PNEUMONIAE</i>	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - UTILIZAÇÃO DO ALBEDO, CASCA E SEMENTE/FARELO DO MARACUJÁ NA ELABORAÇÃO DE NOVOS PRODUTOS.....	14
TABELA 2 – COMPARAÇÃO ENTRE AS METODOLOGIAS PARA A OBTENÇÃO DAS SEMENTES DURANTE O PROJETO.....	26
TABELA 3 - RENDIMENTOS OBTIDOS PARA EXTRAÇÃO DO ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ EM SOXHLET COM DIFERENTES SOLVENTES.....	29
TABELA 4 - TEOR DE UMIDADE E DE ÓLEO DE PEQUI DESIDRATADO.....	30
TABELA 5 – PARÂMETROS E CONDIÇÕES UTILIZADOS PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS E SEUS TEMPOS DE RETENÇÃO.....	32
TABELA 6 - ÍNDICE DE ACIDEZ E ACIDEZ EM ÁCIDO OLEICO DAS AMOSTRAS DE ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ EXTRAÍDO COM HEXANO E ACETONA.....	38
TABELA 7 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> PELO MÉTODO DPPH.....	40
TABELA 8 - RESULTADOS DO TESTE DE DISCO DIFUSÃO EM ÁGAR DO ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ PARA AS AMOSTRAS ESTUDADAS.....	45
TABELA 9 - VALORES DE CIM E CBM DE ÓLEO DE SEMENTE DE MARACUJÁ PARA AS AMOSTRAS ESTUDADAS.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA (%)	Percentagem de inibição do radical DPPH
AGs	Ácidos Graxos
AGEs	Ácidos Graxos Essenciais
ATCC	<i>American Type Culture Collection</i>
CBM	Concentração Bactericida Mínima
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CLAE-EM/EM	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada a Espectroscopia de Massas Sequencial
DMSO	Dimetilsulfóxido
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EC ₅₀	Massa necessária em gramas para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH
ESI	<i>Electrospray</i>
IA	Índice de Acidez
le	Impacto de Elétrons
PubMed	Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos
Scielo	Biblioteca Eletrônica Científica Online

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 MARACUJÁ: REAPROVEITAMENTO E IMPACTO AMBIENTAL.....	13
1.2 ÓLEO DE MARACUJÁ: COMPOSIÇÃO E APLICABILIDADE.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 Objetivo geral	18
1.4.2 Objetivos específicos	18
2 DESENVOLVIMENTO	19
2.1 METODOLOGIA.....	19
2.1.1 Levantamento Bibliográfico	19
2.1.2 Obtenção e preparo da semente de maracujá	19
2.1.3 Extração do óleo da semente de maracujá	21
2.1.4 Cálculo do rendimento das extrações	22
2.1.5 Determinação do perfil dos ácidos graxos	22
2.1.6 Determinação da acidez e índice de acidez	23
2.1.7 Avaliação da atividade antioxidante in vitro	24
2.1.8 Avaliação da atividade antimicrobiana in vitro	24
2.1.8.1 Método de difusão em ágar.....	24
2.1.8.2 Concentração Inibitória Mínima e Concentração Bactericida Mínima.....	25
2.1.9 Análises Estatísticas	26
2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
2.2.1 Obtenção e preparo da semente de maracujá	26
2.2.2 Extração do óleo da semente de maracujá	26
2.2.3 Rendimentos das extrações por Soxhlet	28
2.2.4 Determinação do perfil dos ácidos graxos	31
2.2.5 Determinação da acidez e índice de acidez	37
2.2.6 Avaliação da atividade antioxidante in vitro	40
2.2.7 Avaliação da atividade antimicrobiana in vitro	42

2.2.7.1 Método de difusão em ágar.....	43
2.2.7.2 Concentração Inibitória Mínima e Concentração Bactericida Mínima.....	46
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
REFERÊNCIAS.....	50

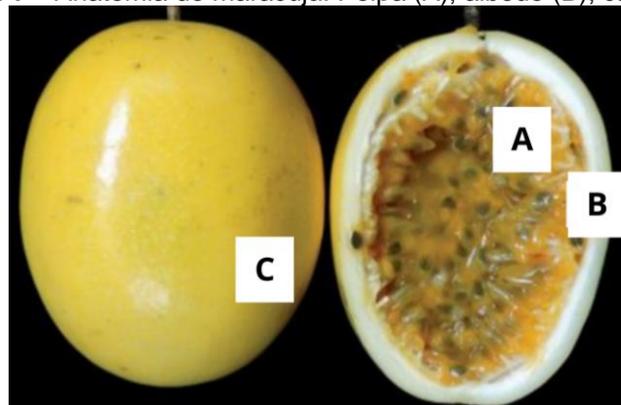
1 INTRODUÇÃO

1.1 MARACUJÁ: REAPROVEITAMENTO E IMPACTO AMBIENTAL

O maracujá amarelo ou maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*) é um fruto bastante consumido no mundo, sendo o Brasil o principal produtor e consumidor, responsável por cerca de 90% da produção mundial (PUROHIT *et al.*, 2021). Em 2019, a produção anual do país foi estimada em 690.364 toneladas, onde a região nordeste apresentou a maior participação da produção (71,2%). Apesar da grande participação nos mercados produtor e consumidor de maracujá e alimentos em geral, o Brasil é o país da América Latina que mais pratica o desperdício, com perda de aproximadamente 26 milhões de toneladas/ano de alimentos (EMBRAPA, 2020). Colaborando com isso, a indústria alimentícia ocupa uma parcela significativa no âmbito de desperdício de alimentos. Trabalhos indicam que 1,3 bilhões de toneladas de comida são desperdiçadas mundialmente/ano, sendo 0,5 bilhão de frutas e vegetais (SILVA *et al.*, 2020).

No processo de industrialização do maracujá, há o aproveitamento quase que exclusivo da polpa para a produção de bebida, geleia, sorvete, torta, doce entre outros produtos. No Brasil, o suco de maracujá é o terceiro maior em produção, atrás somente dos sucos de laranja e de caju. O maracujá é composto pela sua casca, albedo e sementes (Figura 1).

Figura 1 – Anatomia do maracujá. Polpa (A); albedo (B); casca (C).



Fonte: Oliveira (2020).

As partes não comestíveis dos alimentos costumam ser tratadas como resíduos e descartadas, entretanto, há a possibilidade de utilizar estes componentes dos frutos para a preparação de diversos produtos, visando agregar valor nutricional aos mesmos (CUNHA; CATTELAN, 2019). Na Tabela 1, é possível observar algumas

alternativas para a utilização das partes não comestíveis do fruto de maracujá encontradas na literatura.

Tabela 1 – Utilização do albedo, casca e semente/farelo do maracujá na elaboração de novos produtos.

Resíduo do maracujá	Produto	Referência
Albedo	Doce de goiaba	Carneiro, Bezerra e Guedes (2009)
	Macarrão espaguete	Spanholi e Oliveira (2009)
	Barra de cereais	Bordim (2017)
	Farinha para utilização em bolos	Oliveira e colaboradores (2019)
Casca	Rações para frango	Togashi e colaboradores (2008)
	Biscoitos	Lupatini e colaboradores (2011)
	Pão de forma	Moraes e colaboradores (2017)
Semente/Farelo	Cereal matinal	Leoro (2007)

Fonte: Autor (2022).

A farinha obtida da casca de maracujá pode ser utilizada em produtos com o objetivo de ser adjuvante no tratamento de doenças metabólicas, como a diabetes, pois auxilia na redução dos níveis de glicemia; a farinha obtida do albedo possui o potencial de ser aplicada no enriquecimento nutricional de produtos cárneos; as sementes costumam ser utilizadas na indústria cosmética para o desenvolvimento de formulações com ação esfoliante, além disso, o óleo fixo de maracujá extraído da semente apresenta composição química semelhante ao óleo de girassol, podendo também ser aplicado nesta indústria para o desenvolvimento de formulações tópicas, por exemplo (MOURA *et al.*, 2021).

1.2 ÓLEO DE MARACUJÁ: COMPOSIÇÃO E APLICABILIDADE

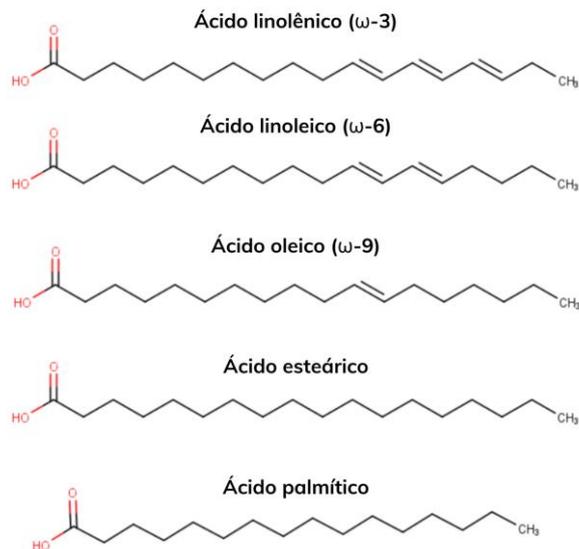
Os óleos fixos íntegros são as matérias-primas de composição principal dos cosméticos naturais, uma vez que conferem emoliência, hidratação e textura suave ao produto, além de proporcionar nutrição da pele e cabelos devido à presença de vitaminas e sais minerais com propriedades funcionais. Os principais componentes graxos nos óleos vegetais são o ácido oleico, linoleico e linolênico (MATOS; DOURADO; PEREIRA, 2015). Tanto o ácido linoleico quanto o linolênico podem ser utilizados para cicatrização de feridas e regeneração cutânea. Tais ácidos graxos, não

podem ser sintetizados devido à ausência da enzima delta 9-dessaturase, o que os torna ácidos graxos essenciais (AGEs) (PERINI *et al.*, 2010).

É possível encontrar ácidos graxos (AGs) em diversas fontes na natureza como por exemplo em óleos vegetais (girassol, maracujá, milho), sendo comumente empregados na indústria cosmética. Possuem cadeia carbônica variando de 4 a 28 átomos de carbonos e, além disso, podem ser classificados em saturados (sem ligações duplas), monoinsaturados (apresentam apenas uma dupla ligação) e poliinsaturados (apresentando mais de uma dupla ligação). Estas biomoléculas ainda são subdivididas em *cis* e *trans*, de acordo com a sua estereoespecificidade nos pontos de insaturação. Os AGs podem ser encontrados na forma livre ou ligados covalentemente à uma molécula de glicerol, formando tri-, di- e monoglicerídeos (TAKAHASHI, 2010).

As sementes do maracujá são ricas em fibras, minerais, lipídeos e proteínas. Os lipídeos provenientes das sementes são considerados boas fontes de ácidos graxos, essenciais ou não, que podem ser utilizados nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. O ácido linoleico (ω -6) é um dos principais ácidos graxos do óleo da semente de maracujá (55-66%), seguido pelo ácido oleico (ω -9) (18-20%), ácido palmítico (10-14%) e esteárico (2-3%). Já o ácido linolênico (ω -3) é encontrado em menor quantidade (0,8-1%) (TAKAM *et al.*, 2019). As estruturas químicas dos ácidos graxos presentes no óleo fixo da semente de maracujá estão dispostas na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura química dos ácidos graxos presentes no óleo de semente de maracujá.



Fonte: Autor (2022).

Em relação aos compostos minoritários, observa-se a presença de γ - e δ -tocoferol (vitamina E) e polifenóis, que conferem efeito antioxidante e aumentam o seu tempo de vida útil (BAETA, 2018; REZVANKHAH *et al.*, 2019).

Os AG ω -6 e ω -3 são primordiais para diversas funções celulares normais, atuam como substrato para a síntese de ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa, como os ácidos araquidônico e eicosapentaenóico, que atuam na integridade e fluidez das membranas, atividade das enzimas de membrana, interações lipídio-proteína e síntese de eicosanóides como as prostaglandinas, leucotrienos e tromboxanos (MOREIRA; CURI; MANCINI, 2002).

Já é sabido da literatura o poder de reversão e cura de feridas na pele e dermatoses cutâneas após aplicação tópica de óleo de semente de girassol, que contém alta concentração de ácido linoleico. Por conta disso, e de sua elevada concentração de vitamina E, esse óleo é muito utilizado na preparação de emulsões cosméticas e medicamentosas. Vale ressaltar que, esses mesmos componentes funcionais do óleo fixo do girassol, que promovem hidratação e tratamento de escaras, também podem ser encontrados no óleo fixo de semente de maracujá (LOPES *et al.*, 2010; LANIA, 2018).

Desde o início da década de 1990, os AGEs e triglicerídeos são utilizados no Brasil na prevenção de lesões por pressão no âmbito hospitalar, apresentando um aumento em seu consumo nos anos 2000, com a entrada de diversas marcas no mercado brasileiro. Estes produtos apresentam indicação, segundo as suas respectivas bulas, para o tratamento e prevenção de todos os tipos de lesões, como úlceras por pressão e úlcera venosa de estase, com ou sem infecção (FERREIRA *et al.*, 2012).

Os AGs possuem três funções básicas e essenciais no organismo animal, que são: atuar como precursores de mensageiros intracelulares, compor estruturas de membranas biológicas e, como fonte de energia através da geração de adenosina trifosfato (SOUSA, 2018).

O ω -6 apresenta diversas funções na modulação do sistema imunológico, como por exemplo: indução da granulação do leito da ferida, estimulando a cicatrização; regulação da produção de colagenase e influência na quimiotaxia de macrófagos; ação antimicrobiana, inibindo o crescimento de algumas espécies bacterianas, como o *Staphylococcus aureus*. Destaca-se a importância do ω -6, pois este é precursor do

ácido araquidônico. Este último gera diversas moléculas essenciais para o processo inflamatório e cicatricial (SILVA; SILVA, 2013).

O ω -3 é um dos ácidos graxos mais encontrados na epiderme, sendo um constituinte relevante do fator de hidratação natural da pele, promove a nutrição celular e, assim como o ω -6, possui ação antimicrobiana. Estudos recentes sugerem a aplicação do ácido linolênico para a prevenção e no tratamento auxiliar de *photoaging*, câncer de pele, dermatites, hiperpigmentação e feridas cutâneas (HUANG *et al*, 2018).

Já o ω -9, um dos componentes majoritários do óleo fixo da semente de maracujá, comumente presente em preparações farmacêuticas e cosméticas, como sabões, sabonetes e emulsões, confere propriedades emolientes, sobreengordurantes e de promoção de penetração e permeação cutânea (SOUZA *et al*, 2022).

Os ácidos palmítico e esteárico são importantes constituintes, em conjunto com o colesterol e ceramidas, da barreira córnea existente na epiderme, protegendo-a contra a permeação de substâncias externas, estando presente em mais de 90% das formulações cosméticas. Nessas formulações, são capazes de trazer benefícios estruturais, como densidade para micelas e consistência para a fase oleosa, bem como hidratação, emoliência, elasticidade e maciez para a pele (AZIZ *et al.*, 2021).

Em razão da presença desses componentes, os óleos vegetais possuem uma importante aplicação na dermatologia para o tratamento de diversas doenças cutâneas, como dermatite atópica, psoríase, xerosis, entre outras condições, devido às suas características nutritivas, emolientes, oclusivas, hidratantes e antibacterianas (SARKAR *et al.*, 2017).

1.3 JUSTIFICATIVA

O trabalho atual compreende parte de uma linha de pesquisa que visa a utilização de resíduos de frutas nas áreas de alimentos e cosméticos, sendo constituída de dois projetos com o fruto do maracujá azedo: 1) obtenção de alimentos funcionais a partir da farinha da casca do maracujá; 2) desenvolvimento e caracterização de emulsões cosméticas utilizando óleo de semente de maracujá. O presente trabalho de conclusão de curso é o terceiro a ser desenvolvido na temática do segundo projeto mencionado acima, sendo o primeiro publicado por Silva (2017)

intitulado “Extração do óleo da semente do maracujá (*Passiflora edulis Sims*) e avaliação inicial de sua incorporação em emulsões”, e o segundo por Oliveira (2020) sob o título “Extração e caracterização do óleo da semente do maracujá para utilização no desenvolvimento de emulsões cosméticas”.

Este estudo apresenta uma perspectiva ambiental, pois utiliza subprodutos que são comumente descartados pelas indústrias: as sementes do maracujá. Neste projeto, foi utilizado apenas o óleo das sementes, entretanto após a extração deste, as sementes residuais foram doadas para serem trituradas e utilizadas na obtenção de sabonetes esfoliantes em outros projetos e aulas práticas do curso de Farmácia.

O trabalho em questão servirá de importante base para estudos futuros sobre a potencial aplicabilidade do óleo fixo proveniente da semente do maracujá no desenvolvimento de formulações tópicas medicamentosas e cosméticas. A presença de um alto teor de ácidos graxos e outras substâncias (tocoferol, ácido ascórbico, betacaroteno, cálcio, flavonoides, fósforo e potássio) sugerem que este óleo tenha um grande potencial de ação regeneradora e cicatrizante. Por conseguinte, se mostra ainda mais importante, pois não há relatos da utilização de tal óleo fixo na indústria cosmética e/ou farmacêutica com tal finalidade, apenas estudos a nível acadêmico (SOUZA *et al*, 2022).

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo deste projeto foi realizar a extração e caracterização química, físico-química e a avaliação microbiológica do óleo das sementes do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims*).

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar em laboratório a extração química do óleo da semente do maracujá com Soxhlet;
- Determinar, por meio de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência acoplada a Espectroscopia de Massas Sequencial (CLAE-EM/EM), o perfil de ácidos graxos presentes no óleo extraído;
- Determinar o índice de acidez e acidez em ácido oleico do óleo de semente de maracujá extraído;

- Avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana *in vitro* do óleo de semente de maracujá extraído.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Levantamento Bibliográfico

Ao realizar um levantamento bibliográfico, foram estudadas dissertações, artigos científicos e documentos oficiais para buscar o perfil característico de ácidos graxos que deveriam ser encontrados no óleo da semente do maracujá. Esse mesmo levantamento foi realizado sobre as metodologias de separação da semente do fruto de maracujá, sobre os diferentes solventes utilizados na extração química para obtenção de óleos fixos, e os melhores métodos para a avaliação do perfil antioxidante. Dessa forma foi traçada a metodologia a ser utilizada na parte experimental do trabalho.

Foram consultadas as bases de dados Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO), Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (PubMed) e Google Acadêmico, no período de agosto de 2021 a maio de 2022. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave com ou sem combinação entre si, tanto em português como em inglês: “óleo de maracujá, lipídeos, sementes de maracujá, *Passiflora edulis*, perfil lipídico, ácidos graxos *Passiflora edulis*, extração de óleo, extração a quente, extração química, extração por Soxhlet, extração de sementes por solventes, extração de lipídeos, extração por solventes, atividade antioxidante, atividade antimicrobiana, acidez, CLAE-EM/EM, cromatografia, espectroscopia, *electrospray*”. Como critério de inclusão, foram consideradas algumas fontes anteriores ao período priorizado (últimos 10 anos), selecionadas com a finalidade de aprofundar a discussão.

2.1.2 Obtenção e preparo da semente de maracujá

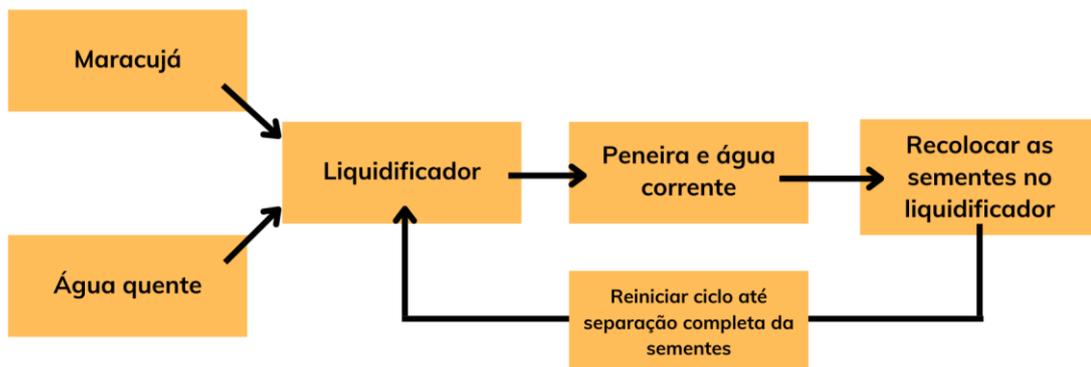
Os frutos de maracujá foram obtidos em diversos mercados e hortifruti da Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro. Os frutos escolhidos apresentavam estado de desenvolvimento próximo à maturação e/ou maduros. Estes estados de desenvolvimento do fruto de maracujá foram selecionados, pois são nesses estágios de maturação que os frutos costumam ser destinados à indústria e adquiridos pelo consumidor. Botelho e colaboradores (2019) afirmam que um dos critérios mais

importantes adotados pela indústria na seleção do fruto é o seu diâmetro equatorial, pois frutos com maior diâmetro apresentam indiretamente maior peso e rendimento de polpa.

Para a separação das sementes do arilo foi utilizada a junção de duas metodologias: Silva (2017) onde se utiliza água quente e Oliveira (2020), em que se promove a agitação com água em de aparelho liquidificador.

Na atual metodologia, a água foi aquecida até ebulição branda. Utilizou-se um liquidificador doméstico onde foram adicionados 600 mL de água quente e o conteúdo de quatro maracujás. Foram realizados ciclos completos até separação completa da semente, cada ciclo com 4 pulsos (Figura 3). Ao final de cada ciclo, o conteúdo do liquidificador foi transferido para uma peneira e lavado com água corrente pressionando as sementes contra a peneira. Após a separação completa das sementes do arilo, estas foram congeladas em um congelador doméstico para uso posterior.

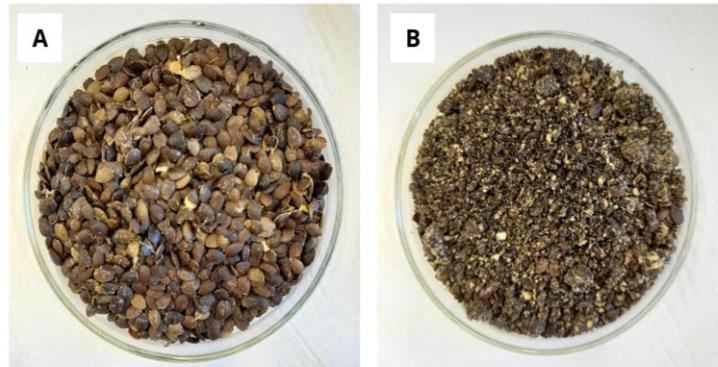
Figura 3 – Fluxograma correspondente a um ciclo para a obtenção da semente.



Fonte: Autor (2022).

Após a separação, as sementes foram congeladas em refrigerador doméstico, sendo retiradas 48 horas antes da realização da extração do óleo para um processo de descongelamento à temperatura ambiente (25°C), seguida de secagem em estufa a 105°C durante 30 minutos e trituração em liquidificador industrial (Figura 4).

Figura 4 – Sementes de maracujá secas (A) e trituradas (B).

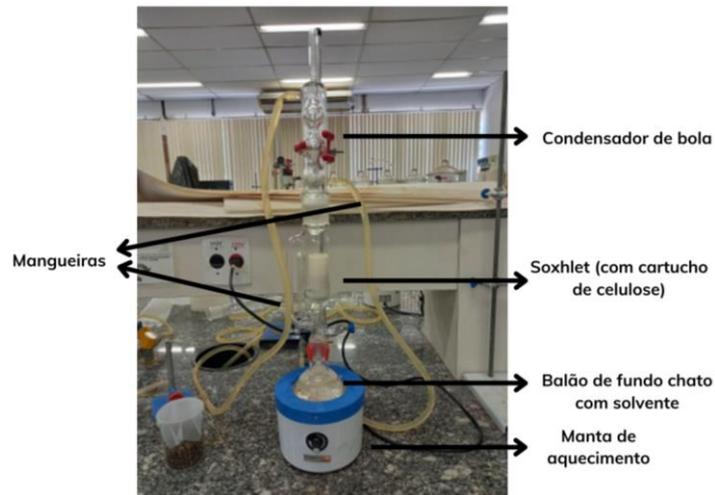


Fonte: Autor (2022).

2.1.3 Extração do óleo da semente de maracujá

A extração do óleo seguiu a metodologia de Cecchi (2003), tendo sido utilizado um balão de fundo redondo de 250mL, um extrator Soxhlet, onde se localiza o cartucho com a amostra (conforme item 2.1.2), e um condensador de bolas (Figura 5). Os solventes utilizados foram a acetona e o hexano, separadamente, ambos em sua temperatura de ebulição, 56°C e 69°C, respectivamente. Após a extração de 4 horas para ambos os solventes, a próxima etapa foi levar o balão contendo o solvente e o óleo para o rotaevaporador (Rotavapor RII/Vacuum Controller V-850) nas condições estabelecidas na biblioteca do equipamento para o hexano (temperatura de ebulição: 19°C; pressão: 150 mbar) e acetona (temperatura de ebulição: 19°C; pressão: 229 mbar), respectivamente, a fim de realizar a separação óleo/solvente. Posteriormente, o óleo extraído com hexano foi colocado em estufa a 105°C, enquanto aquele extraído com acetona ficou em estufa a 75°C, ambos até atingir peso constante.

Figura 5 – Aparelhagem de extração pelo método Soxhlet.



Fonte: Autor (2022).

2.1.4 Cálculo do rendimento das extrações

O rendimento foi calculado baseado na metodologia descrita por Oliveira (2020) com a finalidade de comparar a eficiência de extração dos dois solventes utilizados no trabalho (hexano e acetona). Ambos os cálculos foram realizados de acordo com a Equação 1:

$$\% \text{ Rendimento} = (\text{massa óleo/massa amostra}) \times 100 \text{ (Eq. 1)}$$

Onde:

massa do óleo = massa total, em gramas, do óleo obtido na extração,

massa da amostra = massa total, em gramas, da amostra utilizada (sementes trituradas).

2.1.5 Determinação do perfil dos ácidos graxos

Para comparar com o levantamento bibliográfico o perfil de ácidos graxos presentes no óleo extraído, foi realizada a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) acoplada a espectrometria de massas sequencial (CLAE-EM/EM). Em relação à cromatografia, foi utilizado o sistema de cromatografia líquida de alta eficiência *Prominence*, da *Shimadzu* e coluna *Zorbax C18 50 x 4.6 mm, 1.8 μm* de tamanho de partícula, da *Agilent*, com fase móvel (A) (água ultrapura em pH 5,2 ajustado com acetato de amônio 5 mM) e fase móvel (B) (Isopropanol) em gradiente previamente programado (01 min/10% de fase móvel B; 10 min/80% de fase móvel

B; 25 min/80% de fase móvel B; 27 min/ 10% de fase móvel B; 35 min/10% de fase móvel B), sendo as amostras diluídas 1000x em solução de clorofórmio/isopropanol 1:4 v/v, volume de injeção de 10 μL , com vazão de fase móvel de $0,3 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e temperatura de forno de 50°C .

Para a EM, foi utilizado o equipamento *Amazon SL*, configuração *ESI-Ion Trap*, da *Bruker*, com faixa de varredura de 50 - 700 m/z e fonte de ionização por *electrospray* (ESI, do acrônimo em inglês), temperatura da fonte de ionização de 300°C e modo de aquisição com Média de 2 espectros por medida, Full Scan MS1 para a espectroscopia de massas com polaridade negativa.

Este teste analítico foi conduzido nos óleos extraídos por ambos os solventes, em parceria com o Centro de Espectrometria de Massas de Biomoléculas do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

2.1.6 Determinação da acidez e índice de acidez

A metodologia do Instituto Adolf Lutz (2008) foi utilizada para a determinação do índice de acidez (IA) e a acidez em ácido oleico na amostra de óleo extraído tanto com o hexano, quanto com a acetona. As amostras extraídas por ambos os solventes (hexano e acetona) foram homogeneizadas no estado líquido e pesadas (2g para cada amostra) em Erlenmeyer de 125 ml. Foi adicionado 25 ml de solução éter-álcool (2:1) neutra, e após, adicionou-se 2 gotas de indicador fenolftaleína. Titulou-se a amostra com solução padronizada de hidróxido de potássio $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ até o aparecimento da coloração rósea, a qual indica o término do processo titrimétrico.

Os cálculos foram realizados de acordo com as Equações 2 e 3 para o índice de acidez e para a acidez em ácido oleico, respectivamente:

$$\text{IA} = V * f * M * 5,61 / P, \text{ (mg KOH/g) (Eq. 2)}$$

$$\text{Acidez em ácido oleico} = V * f * M * 28,2 / P, \text{ (% m/m) (Eq. 3)}$$

Onde:

IA = Índice de Acidez

V = quantidade, em mL, de solução de hidróxido de potássio $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ utilizado na titulação

f = fator da solução de hidróxido de potássio

M = Molaridade da solução de hidróxido de potássio (em $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$)

P = quantidade em massa utilizada da amostra

28,2 = massa do ácido oleico (282 g/mol)/100

A primeira caracterização do índice de acidez e acidez em ácido oleico foi realizada logo após a extração, em novembro de 2021 e a segunda cinco meses depois, em abril de 2022, com o objetivo de avaliar a estabilidade do óleo.

2.1.7 Avaliação da atividade antioxidante *in vitro*

Para avaliação da atividade antioxidante foi utilizado o radical DPPH (2,2 - difenil-1-picril-hidrazil), de acordo com a metodologia utilizada por Rufino e colaboradores (2007). A solução contendo o DPPH foi preparada em metanol como preconizado, enquanto os óleos extraídos com ambos os solventes, em álcool isopropílico, separadamente. Foram calculadas a massa necessária em gramas para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC_{50}) e a percentagem de inibição do radical DPPH (%AA). Os cálculos foram realizados de acordo com as Equações 4 e 5.

$$EC_{50} \text{ expresso em g fruta / g DPPH} = (EC_{50} \text{ (mg.L}^{-1}) / 1.000 \times 1) / \text{g DPPH (Eq.4)}$$

Onde:

EC_{50} = massa necessária em gramas para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH

$$AA (\%) = 100 - ((Abs_{\text{amostra}} - Abs_{\text{branco}}) \times 100) / Abs_{\text{controle}} \text{ (Eq.5)}$$

Onde:

AA (%) = percentagem de atividade antioxidante

Abs_{amostra} = absorvância da amostra

Abs_{branco} = absorvância do branco

Abs_{controle} = absorvância do controle

Este teste analítico foi conduzido nos óleos extraídos por ambos os solventes, em parceria com o Laboratório de Óleos Vegetais da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

2.1.8 Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro*

2.1.8.1 Método de difusão em ágar

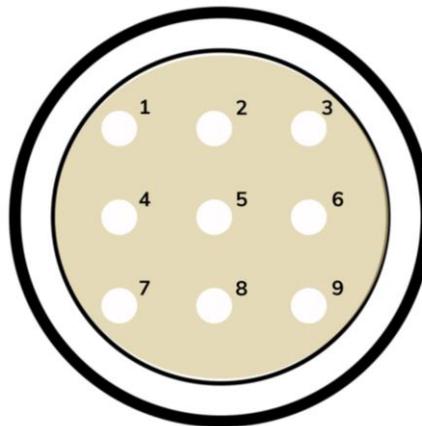
O método de difusão em ágar foi adaptado de Pinho e Souza (2018). O óleo foi testado em sete micro-organismos padrões (*American Type Culture Collection* – ATCC): três Gram-negativos (*Escherichia coli* ATCC 25922 e ATCC 35218 e *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603) e quatro Gram-positivos (*Staphylococcus*

aureus ATCC 25923, *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, *Staphylococcus hominis* ATCC 27844 e *Staphylococcus warneri* ATCC 10209).

Dos micro-organismos utilizados, dois apresentam mecanismos de resistência aos antimicrobianos: a *Escherichia coli* ATCC 35218 produtora de beta-lactamase e *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, produtora de beta-lactamase de amplo espectro. Discos de papel filtro estéreis foram impregnados com 10 µL do óleo fixo de semente de maracujá (puro, ½ v/v e ¼ v/v em dimetilsulfóxido - DMSO), e depositados sobre as placas de ágar Mueller-Hinton inoculadas com as amostras bacterianas.

Após a incubação em estufa a 37°C por 24 horas, a atividade antibacteriana foi determinada através da medida do diâmetro da zona de inibição (mm) ao redor de cada disco. Os solventes utilizados na extração, hexano e acetona, e o DMSO foram utilizados como controle negativo. Na Figura 6 é possível visualizar o significado da numeração dos discos e a disposição dos mesmos sobre a placa.

Figura 6 – Disposição das amostras de óleos extraídos e controles negativos na placa de Petri para avaliação da atividade antimicrobiana.



Legenda: (1) óleo bruto extraído com hexano, (2) óleo extraído com hexano na diluição ½, (3) óleo extraído com hexano na diluição ¼, (4) óleo bruto extraído com acetona, (5) óleo extraído com acetona na diluição ½, (6) óleo extraído com acetona na diluição ¼, (7) DMSO, (8) hexano e (9) acetona.

Fonte: Autor (2022).

2.1.8.2 Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM)

A determinação da CIM foi realizada pelo método de microdiluição em caldo. A metodologia escolhida para avaliar a atividade antimicrobiana é adaptada de Pereira (2017). O óleo foi testado nos mesmos micro-organismos citados acima.

Foi considerada CIM a menor concentração de óleo fixo em que não houve crescimento bacteriano visível. O caldo Mueller-Hinton inoculado foi utilizado como

controle positivo, enquanto os controles negativos foram realizados em caldo Mueller-Hinton, solução salina estéril, nos óleos e seus respectivos solventes utilizados para a extração. A maior concentração testada foi óleo puro (1000 mg/mL – 100%) a partir desta foram feitas diluições em série até atingir a concentração final de 125 mg/mL (1,25%). A CBM foi considerada a menor concentração de óleo na qual não houve formação de colônias nas placas de TSA após 24 h de incubação a 37°C (CLSI, 2021).

2.1.9 Análises Estatísticas

Os experimentos foram realizados em triplicata e os resultados expressos como a média (\pm desvio padrão). As análises estatísticas foram realizadas através de testes de estatística descritiva (média e desvio padrão) no Excel®.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.2.1 Obtenção e preparo da semente de maracujá

A partir de uma análise prévia percebeu-se que a união das duas metodologias de separação de sementes utilizadas anteriormente no projeto “Desenvolvimento e caracterização de emulsões cosméticas utilizando óleo de semente de maracujá” (Silva (2017) e Oliveira (2020)), poderia diminuir a quantidade de água utilizada no processo e o tempo de separação. Na metodologia adotada por Silva (2017), as sementes passaram pelo processo de lavagem com água quente com a finalidade de separar completamente o arilo e a mucilagem. Já no trabalho de Oliveira (2020), adicionou-se as sementes com arilo e mucilagem no liquidificador (protegendo as hastes com fita adesiva para evitar a trituração das sementes) com água e utilizou-se a função “pulsar” do liquidificador. Com a agitação do líquido e pela mucilagem ser menos densa, há uma separação dos componentes, onde a mucilagem encontra-se no sobrenadante enquanto as sementes, ficam depositadas no fundo.

Na Tabela 2, encontra-se a comparação entre as três metodologias.

Tabela 2 – Comparação entre as metodologias para a obtenção das sementes durante o projeto.

Metodologia	Quantidade de maracujá ¹	Quantidade de água utilizada (mL) ^{1,2}	Tempo gasto (min) ¹
Silva (2017)	2	5000	30
Oliveira (2020)	2	3600	40
Autor (2022)	4	600	30-40

¹não foi realizada análise estatística para este dado; ²sem levar em consideração a água utilizada durante a lavagem com água corrente

Fonte: Autor (2022)

Portanto, a adoção de uma metodologia para a obtenção das sementes que objetive a menor utilização de água, como a utilizada neste trabalho, compactua com o escopo do projeto (SANTOS *et al.*, 2019). Como destacado anteriormente, este projeto apresenta um viés ambiental e renovável uma vez que utiliza as sementes de maracujá, que são consideradas um subproduto da indústria alimentícia, principalmente.

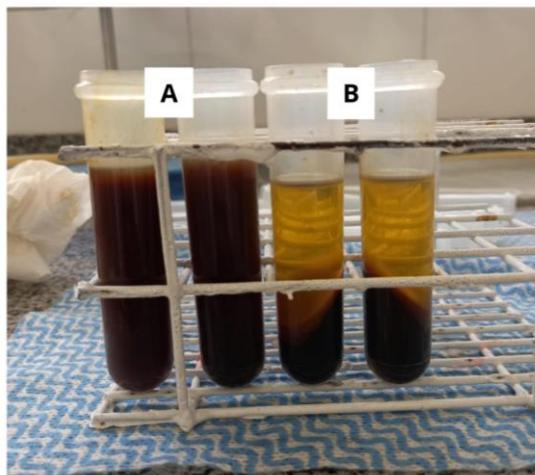
2.2.2 Extração do óleo da semente de maracujá

Este estudo utilizou a metodologia de extração por solvente em Soxhlet objetivando dar continuidade ao trabalho desenvolvido por Silva (2017) na própria instituição. Segundo a autora, a extração por solvente em Soxhlet se mostrou a de melhor escolha para a realidade do IFRJ *campus* Realengo, além de ser um método comumente utilizado para este fim e de baixo custo.

Para melhorar o aspecto macroscópico do óleo extraído com acetona e, conseqüentemente, o da formulação onde ele futuramente será veiculado, foi empregada a técnica de centrifugação. Para isto, a amostra foi adicionada em tubos Falcon de 25 mL e, posteriormente levada à centrífuga (CENTRIBIO) a 3000 rpm por 10 minutos. O resultado obtido pode ser visualizado na Figura 7.

O sobrenadante (óleo sem resíduos) foi pipetado e reservado em vidro âmbar. O óleo com resíduos (corpo de fundo) também foi reservado para estudos posteriores de metodologias para sua clarificação e identificação dos compostos presentes.

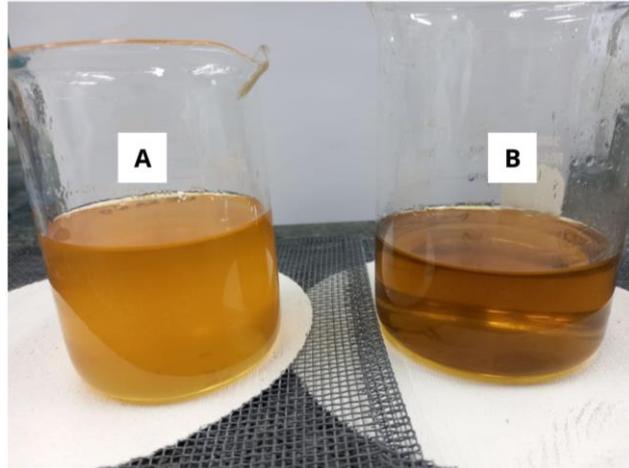
Figura 7- Óleo extraído com acetona anterior (A) e posteriormente (B) à centrifugação.



Fonte: Autor (2022)

Os achados deste trabalho corroboram com os encontrados por Oliveira (2020) em relação à característica macroscópica do óleo. Como pode ser observado na Figura 8, o óleo extraído com acetona apresenta uma coloração mais escura que o obtido por hexano, sendo este último considerado de melhor característica macroscópica (coloração) objetivando sua aplicação posterior em emulsões cosméticas.

Figura 8 – Óleo de maracujá com solvente hexano (A) e acetona (B)



Fonte: Autor (2022)

A literatura fornece algumas possíveis explicações para esta característica: 1) a passagem do solvente polar, acetona, pelas estruturas expostas das células contribuem para o arraste de possíveis pigmentos polares (xantofilas e carotenos); 2) o fato de a acetona possuir um ponto de ebulição inferior ao do hexano, 56°C e 70°C, respectivamente, acarreta numa maior velocidade de renovação do solvente e, conseqüentemente, num contato do solvente com as sementes mais frequente; 3) a utilização de um solvente polar, como acetona, na extração proporciona o arraste de outros compostos que podem favorecer a coloração escura do óleo como carboidratos, proteínas, que sob aquecimento, geram produtos da reação de Maillard (LIMA, 2019; COLETTI; TAVARESA; BENDASSOLLI, 2019; SILVA; SANTOS; JULIANO, 2018; BRUM; ARRUDA; REGITANO, 2009).

2.2.3 Rendimentos das extrações por Soxhlet

Os dados de rendimento obtidos utilizando os dois solventes deste estudo (hexano e acetona), tanto no presente trabalho como em estudos anteriores, estão demonstrados na Tabela 3.

Os valores de rendimento encontrados para os óleos extraídos com hexano e acetona, no presente trabalho, foram de 17,73% \pm 1,81% e 20,17% \pm 2,34%, respectivamente. Oliveira (2020) obteve rendimentos de 11,8% e 10,3% para o óleo de semente de *Passiflora edulis* extraído com hexano e acetona, respectivamente, valores menores aos encontrados neste trabalho, assim como Silva (2017), que alcançou um valor de 16,45% para a extração utilizando acetona. Em contrapartida, outros autores encontraram valores de rendimentos superiores aos encontrados neste trabalho, independente do solvente utilizado.

Tabela 3 – Rendimentos obtidos para extração do óleo de semente de maracujá em Soxhlet com diferentes solventes.

Autores	Rendimentos (%)	
	Hexano	Acetona
Barbieri (2014)	29,50	-
Cardoso e colaboradores (2015)	-	22,30
Pereira (2017)	26,12	22,19
Silva (2017)	-	16,45
Doutel e colaboradores (2018)	-	22,30
Lima (2019)	26,53	-
Oliveira (2020)	11,8	10,3
Autor (2022) ¹	17,73 \pm 1,81	20,17 \pm 2,34

¹dados referentes ao presente trabalho

Fonte: Autor (2022)

Hexano e acetona são solventes comumente utilizados para a extração de óleos vegetais. Quando se observa a literatura sobre o rendimento das extrações realizadas com os dois solventes, o hexano apresenta rendimento maior ao da acetona, situação que não é observada neste trabalho. Fatores como o grau de umidade residual presente após a secagem; grau de trituração da semente; quantidade de solvente utilizada, e o tempo de extração preconizado possuem um grau de interferência no rendimento das extrações de óleos vegetais (COSTA, 2016).

Aquino e colaboradores (2009) buscaram avaliar o efeito do método e tempo de secagem (teor de umidade) sobre o teor de óleo de pequi extraído com hexano. Eles observaram que existe uma correlação positiva entre o tempo, a temperatura de secagem e o teor de óleo extraído, como observado na Tabela 4. Através dos valores dispostos na tabela, é possível observar que valores superiores de rendimento foram obtidos nas condições de análise onde havia maiores tempos de secagem independente das temperaturas.

O autor levanta possíveis explicações para este fenômeno, como o poder de extração de solventes apolares sofrer uma modulação positiva com baixos teores de umidade, além de a secagem propriamente dita facilitar o rompimento da estrutura celular, contribuindo para a exposição dos componentes intracelulares. A secagem em estufa a 105°C durante 30 minutos adotada neste trabalho pode não ter sido eficaz para eliminar uma porção da umidade presente nas sementes após o processo de separação da mesma de seu arilo, interferindo principalmente na extração utilizando o hexano como solvente.

Tabela 4 – Teor de umidade e de óleo de pequi desidratado.

Tratamento	Teor de umidade final (%)	Teor de óleo (%)
T1	10,37	42,5
T2	2,93	59,0
T3	20,53	46,0
T4	0,96	52,2
T5	7,41	39,1
T6	1,36	59,4

T1 – secagem ao sol por 4 horas; T2 – secagem ao sol por 12 horas; T3 – secagem em estufa a 40 °C por 4 horas; T4 – secagem em estufa a 40 °C por 19 horas; T5 – secagem em estufa a 60 °C por 4 horas; e T6 – secagem em estufa a 60 °C por 16 horas.

Fonte: Adaptado de Aquino e colaboradores (2009).

Silva (2017) observou que o rendimento da extração do óleo de maracujá realizado com acetona era maior no grupo com sementes trituradas (16,45%) quando comparado ao grupo de sementes não trituradas (2,46%), corroborando com Carvalho (2011) que demonstrou que o processo de extração é favorecido pela moagem, pois facilita os processos de dissolução e difusão do óleo devido a maior superfície de contato com o solvente. Portanto, o grau de trituração das sementes pode ter interferido na extração, uma vez que não houve uma padronização da granulometria do triturado.

Massa, Garcia e Silva (2015), analisaram a influência de algumas variáveis na extração assistida por ultrassom do óleo das sementes de maracujá, entre elas o volume utilizado para a extração. Os autores afirmam que quanto maior o volume preconizado na extração, maior o rendimento. O trabalho não buscou elucidar a razão pela qual este resultado foi visualizado, entretanto, existe a possibilidade de o solvente alcançar sua saturação de compostos solúveis no meio avaliado (condição *sink*) (FERREIRA, 2007).

Segundo Correia, Souza e Sousa (2010), no estudo da extração do óleo da semente de girassol por solventes, o tempo de extração ideal utilizando o hexano é de 6 horas, pois quando comparada à extração realizada por 4 horas há um ganho de 0,49% no rendimento. Os autores também analisaram o rendimento realizando o procedimento por 8 horas, evidenciando um ganho de apenas 0,1%. Para o solvente polar escolhido no trabalho (etanol), o tempo ótimo também foi de 6 horas, representando um ganho de 2,79% em relação a extração finalizada em 4 horas.

No presente trabalho, o tempo preconizado para a extração utilizando hexano e acetona foi de 4 horas, devido à falta de disponibilidade de laboratório e à instabilidade da rede elétrica, o que pode ter contribuído para possíveis interferências nos resultados da extração.

2.2.4 Determinação do perfil dos ácidos graxos

Através de uma pesquisa realizada na literatura, observou-se que os ácidos graxos encontrados no óleo extraído das sementes de maracujá são os saturados (palmítico e esteárico), monoinsaturados (oleico) e poli-insaturados (linoleico e linolênico). No quadro 1, está descrita a comparação na concentração de cada ácido graxo nos óleos de maracujá e girassol. Os ácidos predominantes em ambos os óleos são linoleico, oleico e palmítico, respectivamente. Os óleos apresentam dois ácidos graxos conhecidos como essenciais: linoleico e linolênico, sendo a concentração do primeiro superior à do segundo (NGAKOU TAKAM *et al*, 2019).

A composição qualitativa do óleo estudado neste trabalho é bastante similar a composição de outro óleo vegetal largamente utilizado na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, o óleo de girassol (Quadro 1). Sua atribuição na produção de cosméticos está relacionada à promoção da hidratação e tratamento de escaras, características principalmente atribuídas aos AGEs, presentes em grande quantidade na pele, mediando o controle da permeabilidade à água e acelerando o processo de cicatrização de lesões (CORREIA *et al.*, 2014).

Quadro 1 – Composição dos ácidos graxos do óleo de semente de maracujá e de girassol.

Ácido Graxo	Óleo de Maracujá (%) ¹	Óleo de Girassol (%) ²
Linoleico (ω -6)	68,39	67,30
Oleico (ω -9)	14,31	20,00
Linolênico (ω -3)	0,54	0,11
Palmítico	11,72	6,11
Esteárico	2,84	4,31

¹Takam e colaboradores (2019);² Telles (2006)

Fonte: Adaptado de Oliveira (2020)

As análises por CLAE-EM/EM (Figuras 9 e 10) foram realizadas com o objetivo de comparar a composição graxa obtida experimentalmente, com o levantamento bibliográfico obtido para o perfil de ácidos graxos presentes no óleo da semente de maracujá. Na Tabela 5, é possível observar os dados obtidos para a interpretação dos espectros dos ácidos graxos.

Tabela 5 – Parâmetros e condições utilizados para a identificação dos ácidos graxos e seus tempos de retenção

Ácido Graxo	Fórmula molecular	Peso molecular (g.mol ⁻¹)	Modo de ionização	Peso pseudomolecular (g.mol ⁻¹)	Tempo de retenção (min)	
					Hexano	Acetona
Linolênico	C ₁₈ H ₃₀ O ₂	278,20	[M-H] ⁻	277,19	11,84	11,82
Linoleico	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	280,20	[M-H] ⁻	279,19	12,26	12,33
Oleico	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282,30	[M-H] ⁻	281,29	12,59	12,82
Esteárico	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284,30	[M-H] ⁻	283,29	ND	13,38
Palmítico	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256,20	[M-H] ⁻	255,19	12,49	12,43

Condições: **CLAE** - fase móvel (A) (água ultrapura em pH 5,2 ajustado com acetato de amônio 5 mM) e fase móvel (B) (Isopropanol) em gradiente previamente programado (01 min/10% de fase móvel B; 10 min/80% de fase móvel B; 25 min/80% de fase móvel B; 27 min/ 10% de fase móvel B; 35 min/10% de fase móvel B), sendo as amostras diluídas 1000x em solução de clorofórmio/isopropanol 1:4 v/v, volume de injeção de 10 μ L, com vazão de fase móvel de 0,3 mL.min⁻¹ e temperatura de forno de 50°C; **EM** - faixa de varredura de 50 - 700 m/z e fonte de ionização por *electrospray*, temperatura da fonte de ionização de 300°C e modo de aquisição com Média de 2 espectros por medida, *Full Scan* MS1 para a espectroscopia de massas com polaridade negativa.

ND = não detectado

Fonte: Autor (2022)

Este trabalho utilizou a técnica de ionização por *electrospray* (ESI). O principal objetivo do processo da ESI é a conversão de espécies de analitos da fase líquida para a fase gasosa, isolando as moléculas. Outra característica necessária para este processo é que o analito possua um elevado peso molecular, sendo esta técnica comumente empregada na análise de proteínas. Uma grande desvantagem é que esta técnica não analisa muito bem as misturas e, quando forçada a fazê-la, os resultados não são confiáveis (GASKELL, 1997).

Na análise de ácido graxo, é comumente utilizada uma ionização com maior potência, como a ionização por impacto de elétrons (Ie), quando comparada ao ESI. Isso acontece, pois a energia fornecida no ESI não é capaz de fragmentar a molécula de forma eficaz. Esta técnica é ideal para substâncias de média a alta polaridade e alto peso molecular, pois no tipo de ionização $[M+H]$ é necessário que a molécula tenha um par de elétrons livre para capturar o H^+ , enquanto na ionização $[M-H]$, é necessária a presença de um hidrogênio ácido. No caso dos ácidos graxos, é possível realizar sua análise por *electrospray* devido a presença de um hidrogênio ácido em sua estrutura (hidrogênio da carboxila) (KERWIN; WIENS; ERICSSON, 1996). Processos de ionização ditos “brandos” promovem a formação de íon molecular não-excitado, com a consequente fragmentação mínima ou nula da molécula, evidenciando, dessa forma, o íon molecular (NETO, 2004).

Além disso, na análise de ácidos graxos num sistema cromatográfico acoplado a espectroscopia de massas, principalmente na cromatografia gasosa (CG), é realizada uma derivatização química dos ácidos graxos estudados onde estes são metilados (ésteres graxos), pois este processo aumenta significativamente a sensibilidade e especificidade da CLAE-EM/EM ou CG-EM (MOK *et al.*, 2016).

A maioria dos estudos de espectrometria de massas empregou como modo de ionização $[M-H]^-$ para ácidos graxos e eicosanóides ou $[M+H]^+$ para lipídios complexos, como fosfolipídios, esfingolipídios e lipídios neutros. Dito isso, os analitos de interesse foram melhor visualizados no modo de ionização $[M-H]^-$ (DI GIOVANNI *et al.*, 2018).

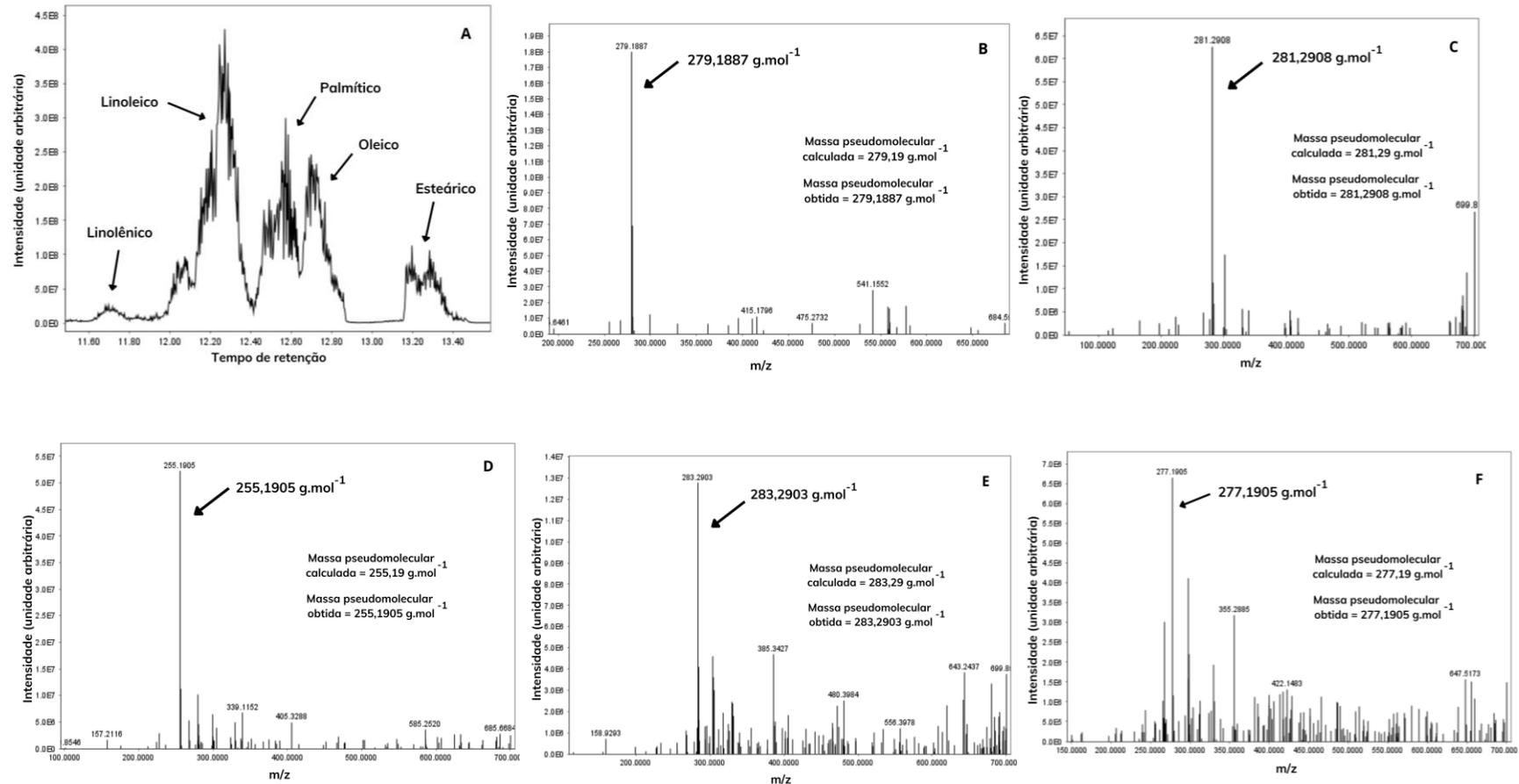
Como dito anteriormente, o modo de ionização utilizado para a identificação dos ácidos graxos foi o $[M-H]^-$, onde “M” é o peso molecular, “H” é a massa de hidrogênio, “-” é a carga do íon formado no processo de ionização, neste caso um ânion, e o resultado de “M-H” é o peso pseudomolecular, sendo este o utilizado para a identificação dos AGs de interesse na amostra (BANERJEE; MAZUMBAR, 2012).

Dito isso, poucos trabalhos na literatura que utilizassem as mesmas condições propostas neste estudo foram encontrados. Os picos encontrados na espectroscopia de massas foram comparados com o trabalho de Kurata, Yamaguchi e Nagai (2005), que propuseram descrever uma nova metodologia de identificação de ácidos graxos mais rápida.

Para a análise dos dados obtidos através desta técnica, buscou-se analisar a presença dos ácidos graxos de interesse em três diferentes modos de ionização

comumente encontrados na literatura para ácidos graxos: $[M-H]^-$, $[M+HCOO]^-$ e $[M+Cl]^-$ (DELLA-CORTE, 2015). Os íons característicos na análise de CLAE-EM/EM foram quase indetectáveis na injeção direta, possivelmente por estarem formando adutos clorados ao invés de espécies desprotonadas. A formação dos adutos de íons cloreto estão relacionados a ligações entre hidrogênios eletrolíticos de grupos hidroxila (WOOD; WOLTJER, 2020).

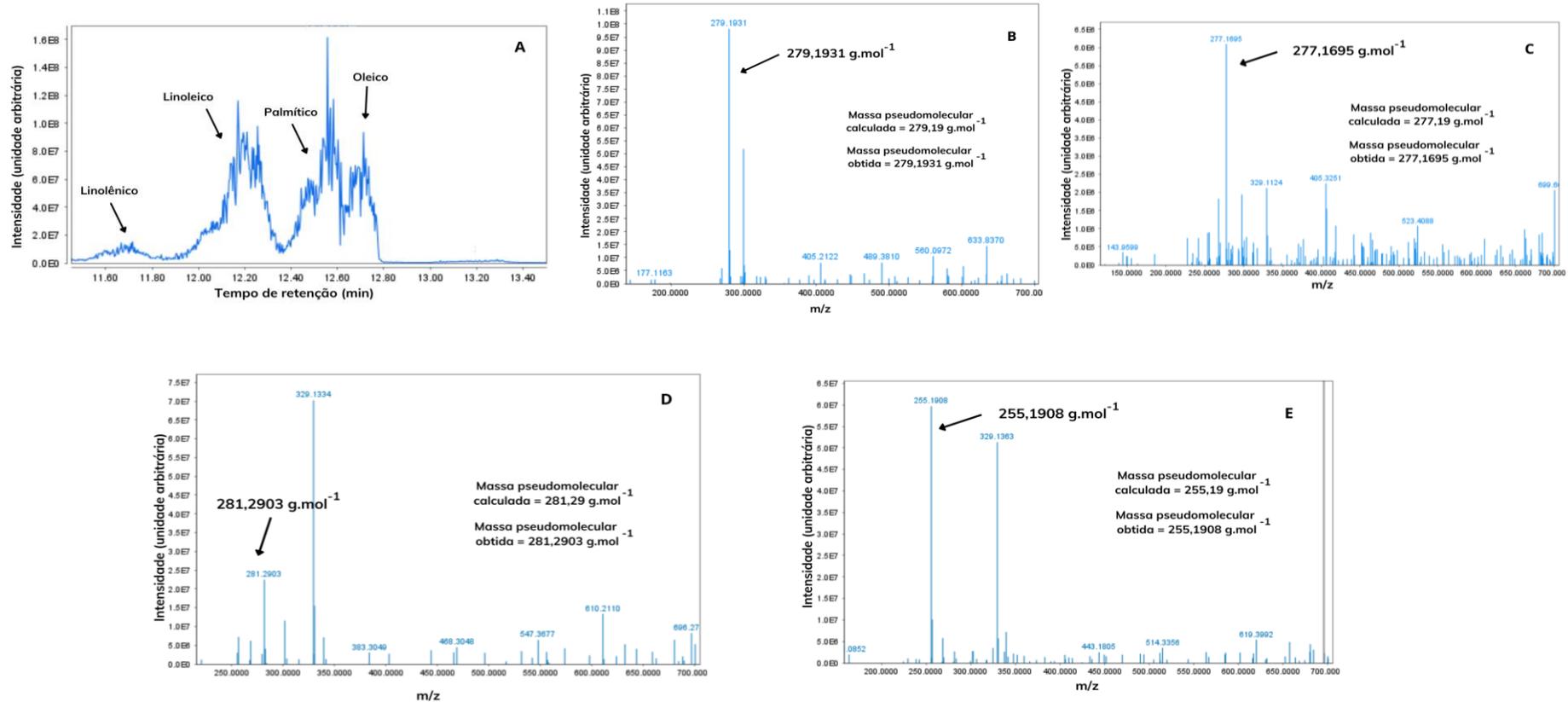
Figura 9– Resultados obtidos após análise cromatográfica e espectroscópica do óleo extraído com acetona por CLAE-EM/EM. (A) Cromatograma, (B) Espectro de massas do ácido linoleico, (C) Espectro de massas do ácido oleico, (D) Espectro de massas do ácido palmítico, (E) Espectro de massas do ácido esteárico e (F) Espectro de massas do ácido linolênico.



Condições: **CLAE** - fase móvel (A) (água ultrapura em pH 5,2 ajustado com acetato de amônio 5 mM) e fase móvel (B) (Isopropanol) em gradiente previamente programado (01 min/10% de fase móvel B; 10 min/80% de fase móvel B; 25 min/80% de fase móvel B; 27 min/ 10% de fase móvel B; 35 min/10% de fase móvel B), sendo as amostras diluídas 1000x em solução de clorofórmio/isopropanol 1:4 v/v, volume de injeção de 10 μ L, com vazão de fase móvel de 0,3 mL.min⁻¹ e temperatura de forno de 50°C; **EM** - faixa de varredura de 50 - 700 m/z e fonte de ionização por *electrospray*, temperatura da fonte de ionização de 300°C e modo de aquisição com Média de 2 espectros por medida, *Full Scan MS1* para a espectroscopia de massas com polaridade negativa.

Fonte: Autor (2022)

Figura 10– Resultados obtidos após análise cromatográfica e espectroscópica do óleo extraído com hexano por CLAE-EM/EM. (A) Cromatograma, (B) Espectro de massas do ácido linoleico, (C) Espectro de massas do ácido linolênico, (D) Espectro de massas do ácido oleico e (E) Espectro de massas do ácido palmítico.



Condições: **CLAE** - fase móvel (A) (água ultrapura em pH 5,2 ajustado com acetato de amônio 5 mM) e fase móvel (B) (Isopropanol) em gradiente previamente programado (01 min/10% de fase móvel B; 10 min/80% de fase móvel B; 25 min/80% de fase móvel B; 27 min/ 10% de fase móvel B; 35 min/10% de fase móvel B), sendo as amostras diluídas 1000x em solução de clorofórmio/isopropanol 1:4 v/v, volume de injeção de 10 μL , com vazão de fase móvel de 0,3 $\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$ e temperatura de forno de 50°C ; **EM** - faixa de varredura de 50 - 700 m/z e fonte de ionização por *electrospray*, temperatura da fonte de ionização de 300°C e modo de aquisição com Média de 2 espectros por medida, *Full Scan MS1* para a espectroscopia de massas com polaridade negativa.

Fonte: Autor (2022).

O perfil de ácidos graxos encontrados neste trabalho vai de encontro aos dados observados na literatura. Para o óleo extraído com acetona foram encontrados os ácidos linoleico, oleico, palmítico, esteárico e linolênico. Já para o material extraído utilizando o hexano como solvente, todos os ácidos graxos também foram encontrados com exceção do ácido esteárico.

Infelizmente, a análise destes dados pôde ser realizada apenas de forma qualitativa, pois para uma análise quantitativa seria necessário o emprego de padrões. Apesar desta questão, é possível fazer uma análise comparativa entre os picos dos ácidos graxos observados nos cromatogramas. A área sob o pico respectivo ao ácido linoleico se mostrou maior, evidenciando uma presença mais significativa deste ácido, seguido pelos picos dos ácidos oleico e palmítico que dividem o posto de segundo ácido mais presente no óleo de semente de maracujá; estes são seguidos pela área correspondente ao ácido esteárico, menos para o óleo extraído com hexano, onde não foi possível verificar sua presença na amostra. Por fim, o ácido linolênico é o componente graxo minoritário deste óleo vegetal, apresentando menor intensidade no cromatograma.

Nas amostras estudadas, foram observados outros sinais intensos que não são característicos de ácidos graxos, mas de mono-, di- e trigliceróis, sendo relevante a presença destas moléculas para a aplicabilidade deste óleo em formulações cosméticas, entretanto, uma análise mais detalhada e em LC-MS/MS em modo positivo é necessária para melhor verificação destes dados (UNSIHUAY *et al.*, 2020).

2.2.5 Determinação da acidez e índice de acidez

O índice de acidez (IA) (mg KOH/g de óleo) é um parâmetro significativo para avaliar a qualidade e conservação dos óleos vegetais, pois está diretamente relacionado ao processo de rancidez, indicando possível degradação da amostra. É definido como a quantidade necessária de KOH em mg para neutralizar ácidos graxos livres em 1 grama da amostra estudada (DÍAZ-ALVAREZ; GUERRERO-ARRELUCEA, 2018).

A rancidez é considerada a causa primária da deterioração dos óleos vegetais, tendo como consequências as alterações organolépticas como odor desagradável, sabores estranhos, alterações na coloração, além da perda nutritiva do produto. O fenômeno de rancidez é classificada em oxidativo, processo mediado por espécies reativas de oxigênio e, hidrolítico, resultado da exposição das moléculas de tri-, di-

e monoglicerídeos à hidrólise, acarretando na liberação de ácidos graxos livres e glicerol (TELLES, 2006).

O processo de rancidez é acompanhado quase invariavelmente da formação de ácidos graxos livres, expresso aqui como acidez em ácido oleico (% m/m). Este percentual não é considerado um valor fixo, pois a acidez livre varia com o tempo devido a qualidade do óleo, grau de pureza, processamento e conservação, além da exposição a fatores ambientais como umidade e luminosidade (PEREIRA, 2017; PAULA, 2015).

Neste trabalho, estes testes foram realizados em triplicata e em dois momentos distintos. O primeiro logo após a extração, em novembro de 2021 e o segundo cinco meses depois, em abril de 2022, com o objetivo de avaliar a estabilidade do óleo.

Os resultados encontrados estão descritos na Tabela 6. Os dados obtidos revelam que o IA tanto para o óleo extraído com acetona quanto com hexano, na primeira e segunda análise, encontram-se dentro do limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (BRASIL, 2005) e *Codex Alimentarius Commission* (2008), que estabelecem o limite máximo para o IA de 4,0 mg KOH/g para óleos brutos. Não foi observada também uma diferença significativa do IA nos óleos entre a primeira e segunda análise, demonstrando que o óleo extraído no trabalho manteve sua estabilidade frente aos parâmetros analisados.

Tabela 6– Índice de acidez e Acidez em Ácido oleico das amostras de óleo de semente de maracujá extraído com hexano e acetona.

Período	Solvente	Índice de Acidez	Acidez
Novembro/2021	Hexano	3,16 ± 0,57	1,59 ± 0,29
	Acetona	2,9 ± 0,60	1,46 ± 0,31
Abril/2022	Hexano	3,43 ± 0,04	1,73 ± 0,02
	Acetona	1,86 ± 0,42	0,90 ± 0,17

¹mgKOH/g; ²expresso em ácido oleico (%).

Fonte: Autor (2022).

A literatura aponta que os óleos obtidos através dos processos de extração a quente, mais especificamente por Soxhlet, apresentam um IA maior em relação às amostras oleosas extraídas por outros métodos, como extração por prensagem a frio e ultrassom, uma vez que o material é exposto a altas temperaturas (60 a 75°C). Além disso, o solvente utilizado para extração e o tempo de extração preconizado podem modular as reações de hidrólise (CORREA; SOUZA; SOUSA, 2010; CARDOSO *et al.*, 2015).

Para o óleo extraído com hexano na primeira e segunda análises os resultados foram de $3,16 \pm 0,57$ e $3,43 \pm 0,04$ mg KOH/g respectivamente, um valor superior ao encontrado por Pereira (2017) correspondente a 1,50 mg KOH/g, com o mesmo solvente.

Ao pesquisar a influência do grau de maturação do fruto no suco de maracujá propriamente dito, Vianna-Silva e colaboradores (2008) encontraram que fatores como estágio de maturação, época de colheita, condições de armazenamento, variabilidade genética, práticas culturais e adubação influenciam as características do fruto. Durante o seu amadurecimento, o maracujá sofre alterações em sua composição físico-química. É possível que a diferença entre os resultados obtidos por Pereira (2017) e os deste trabalho sejam justificadas por estes fatores.

O dado obtido também foi superior ao estudo de Malacrida e Jorge (2012), de 2,35 mg KOH/g, sendo a extração do trabalho citado realizado com éter de petróleo. Em contrapartida, o óleo obtido neste trabalho obteve um índice de acidez menor ao encontrado por Lima (2019), de 4,83 mg KOH/g, também extraído com hexano, estando este fora dos limites estabelecidos pela ANVISA e *Codex Alimentarius Commission*.

Ao observar os resultados a partir da extração realizada com acetona (Tabela 6), verifica-se que o valor de IA está similar aos valores encontrados na literatura utilizando outros solventes polares para a extração, como o etanol. Pereira (2017) encontrou um IA de 2,06 mg KOH/g e, Paula (2015) um IA de 2,88 e 1,035 mg KOH/g para *Passiflora setacea* e *Passiflora alata*, que apresentam composição graxa semelhante ao *Passiflora edulis*.

Em relação à acidez do óleo em percentual de ácido oleico extraído com hexano, os valores obtidos para a primeira e segunda análises, de 1,59 e 1,73% respectivamente, estão próximos mas ligeiramente superiores ao encontrado por Ferrari, Colussi e Ayub (2004) de 1,34%; Kobori e Jorge (2005) obtiveram um valor superior (7,35%) ao deste estudo, entretanto, os autores trabalharam com amostras de resíduos industriais, onde processos químicos e físicos sofridos pelos resíduos podem interferir negativamente nos resultados. Já Malacrida e Jorge (2012) e Ferreira e colaboradores (2011) alcançaram o valor de 1,38% e 1,5%, respectivamente, para o óleo extraído a partir do éter de petróleo.

O IA e a acidez são parâmetros importantes para projetar o potencial conservante dos óleos e sua aplicabilidade prática na indústria de alimentos e

cosmética, além de influenciar na vida de prateleira do produto e na análise sensorial do mesmo (ARAÚJO *et al.*, 2019). O óleo extraído das sementes de maracujá tende a apresentar baixa estabilidade, pois devido ao alto teor de ácido linoleico, encontra-se mais suscetível à rancidez (KOBORI; JORGE, 2005).

Não foram encontrados na literatura trabalhos com o objetivo de avaliar a estabilidade do óleo através do IA e acidez em ácido oleico em diferentes períodos de tempo. Portanto, não é possível comparar com outros trabalhos a qualidade do óleo extraído em relação a sua estabilidade frente a rancificação natural deste óleo.

Dito isso, os dados da literatura variam consideravelmente uma vez que o IA e acidez em ácido oleico sofrem interferência de fatores como temperatura, exposição à luz, meio de conservação e oxigênio (PAULA, 2015). Apesar dos diferentes valores expressos na literatura, o óleo obtido neste trabalho está próprio para uso segundo as regulamentações mencionadas acima.

2.2.6 Avaliação da atividade antioxidante *in vitro*

A metodologia adotada neste trabalho para a determinação do potencial antioxidante é uma das mais utilizadas na literatura para a verificação desta atividade nos extratos vegetais. Na Tabela 7 encontram-se os resultados da análise.

Tabela 7 - Atividade antioxidante *in vitro* pelo método DPPH

Atividade antioxidante e parâmetros	Solvente	
	Hexano	Acetona
EC50 (g óleo/g DPPH)	49,8 ± 1,52	50,17 ± 0,62
AA(%)	42 ± 0,18	73 ± 2,02

Legenda: (EC50) massa necessária em gramas para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH; (AA%) percentagem de inibição do radical DPPH.

Fonte: Autor (2022).

A quantidade de óleo necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH em 50% para o óleo extraído com o hexano foi de 49,8 ± 1,52 g óleo/g DPPH (AA% = 42, ± 0,18), enquanto com a acetona foi de 50,17 ± 0,62 g óleo/g DPPH (AA% = 73 ± 2,02). Ambos os óleos obtidos apresentaram atividade sequestradora do radical DPPH. O óleo extraído com acetona obteve um valor de AA(%) maior que 50%, indicando maior atividade antioxidante no mesmo (MALACRIDA, 2009). De acordo com a metodologia do DPPH, quanto menor o valor de EC50, maior o poder antioxidante, pois indica que é necessária uma menor concentração de óleo para se consumir 50% do DPPH (PEREIRA *et al.*, 2017).

Existem diferentes formas de expressar a atividade antioxidante *in vitro* na literatura, dificultando a comparação entre os estudos. Este trabalho calculou o EC₅₀ e a AA (%), entretanto para efeito de melhor comparação com a literatura, foi utilizada somente a AA%.

O óleo extraído com hexano apresentou menor atividade antioxidante, corroborando com os achados de Pereira (2017). Segundo a literatura, é esperado uma maior atividade antioxidante para o óleo que é extraído com solvente polar, a acetona neste caso, pois há uma maior solubilização de compostos antioxidantes como tocoferóis, compostos fenólicos, fitosteróis e carotenoides (PAULA, 2015). Entretanto, o resultado obtido através da análise do óleo extraído com hexano não é confiável, pois a amostra não solubilizou completamente no solvente utilizado (álcool isopropílico), sendo necessário testar outro solvente para verificar solubilização da amostra, como por exemplo o metanol, mas não havia amostra suficiente para repetir a análise (BALLEN *et al.*, 2019).

López-Vargas e colaboradores (2013), encontraram um valor de 87,79% de AA% para o óleo extraído com metanol; Pereira e colaboradores (2019), obtiveram uma AA de 55,90% para o óleo extraído com hexano e 83,90% com etanol; Lima (2019) atingiu uma AA de 20,39% no óleo extraído com hexano; já Malacrida e Jorge (2012) utilizando éter de petróleo, obtiveram uma AA de 48,00%. De um aspecto geral, os resultados encontrados no trabalho atual estão em consonância com a literatura sob a ótica de que os óleos extraídos com solventes polares apresentam maior AA%.

Dentre as principais substâncias com ação antioxidante no óleo da semente de maracujá, está a vitamina E (α -, β -, γ - e δ - tocoferol). Em relação ao potencial antioxidante em óleos e gorduras, a atividade antioxidante dos quatro tocoferóis apresenta a seguinte ordem: $\delta > \gamma \approx \beta > \alpha$. O conteúdo total de tocoferol é influenciado por diversos fatores, como condições climáticas de plantio, colheita, condições de processamento e armazenamento, genótipo da planta e concentração de ácidos graxos poli-insaturados (TORRES *et al.*, 2021).

Os tocoferóis, assim como outros antioxidantes, têm a função de proteger o organismo contra o estresse oxidativo proporcionado pelos radicais livres ou espécies reativas de oxigênio. Essas moléculas são instáveis e provenientes do metabolismo energético normal das células, principalmente. Hábitos de vida como fumar, consumir bebidas alcoólicas, alimentação inadequada e exposição solar contribuem para a

produção dessas substâncias. A nível de pele e apêndices cutâneos, as espécies reativas danificam as membranas celulares, o material genético, proteínas constituintes da matriz extracelular como elastina, colágenos e outros peptídeos, reduzindo a sustentação, elasticidade e hidratação do tecido cutâneo. Em casos mais severos, há o desenvolvimento de câncer (BREDA, 2022; PACHECO; LOBO, 2021; VIEIRA; SOUZA, 2019).

2.2.7 Avaliação da atividade antimicrobiana *in vitro*

Os óleos vegetais utilizados industrialmente possuem uma importante atividade antioxidante e antimicrobiana intrínseca. Quando os óleos fixos possuem aplicabilidade em produtos dermocosméticos, é de interesse de indústrias que estes insumos possuam uma certa atividade contra micro-organismos da microbiota da pele, principalmente em relação à duas espécies comensais humanas, o *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*. Ressalta-se também a utilização desses óleos vegetais na indústria alimentícia para enriquecimento nutricional de produtos de consumo humano e animal. Também é importante destacar que os mesmos possuem atividade contra outros micro-organismos de relevância médica a nível do trato gastrointestinal como *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae* (XUAN *et al.*, 2018).

A atividade antimicrobiana e antifúngica característica de alguns óleos vegetais está estritamente relacionada com o seu conteúdo de ácidos graxos de cadeia carbônica longa (18-22 carbonos) poliinsaturados, como os ácidos linoleico e linolênico e monoinsaturados, tendo principalmente o ácido oleico como representante. A interação destes AGs com a membrana bacteriana poderia levar a uma desestabilização e ruptura da mesma (os AGs possuem uma estrutura anfipática podendo ter uma ação detergente), inibindo a adesão celular bacteriana, enzimas e proteínas de transporte (KESARI; DAS; RANGAN, 2010).

Um estudo realizado por Pérez-López e colaboradores (2017) para avaliar a atividade de três óleos vegetais extraídos de sementes (girassol, chia e amaranto) sobre o crescimento e virulência da bactéria Gram-negativa *Chromobacterium violaceum*, capaz de causar bacteremia e abscessos em humanos, demonstrou que a atividade sobre o crescimento bacteriano foi proporcional ao grau de insaturação,

sendo o ácido cervônico o mais efetivo, inibindo cerca de 92,5% do crescimento microbiano.

Além da composição graxa do óleo de semente de maracujá apresentar os AGs que possuem um potencial importante para atividade antimicrobiana, existem outras substâncias presentes neste material extraído, como compostos flavonoides e fenólicos. Estes metabólitos vegetais podem causar a lise da membrana bacteriana, a inibição da DNA girase e das membranas citoplasmáticas. Estas características tornam o estudo da atividade antimicrobiana deste óleo contra micro-organismos patogênicos uma necessidade para fundamentar ainda mais sua possível aplicação nas indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia (PUROHIT *et al.*, 2021).

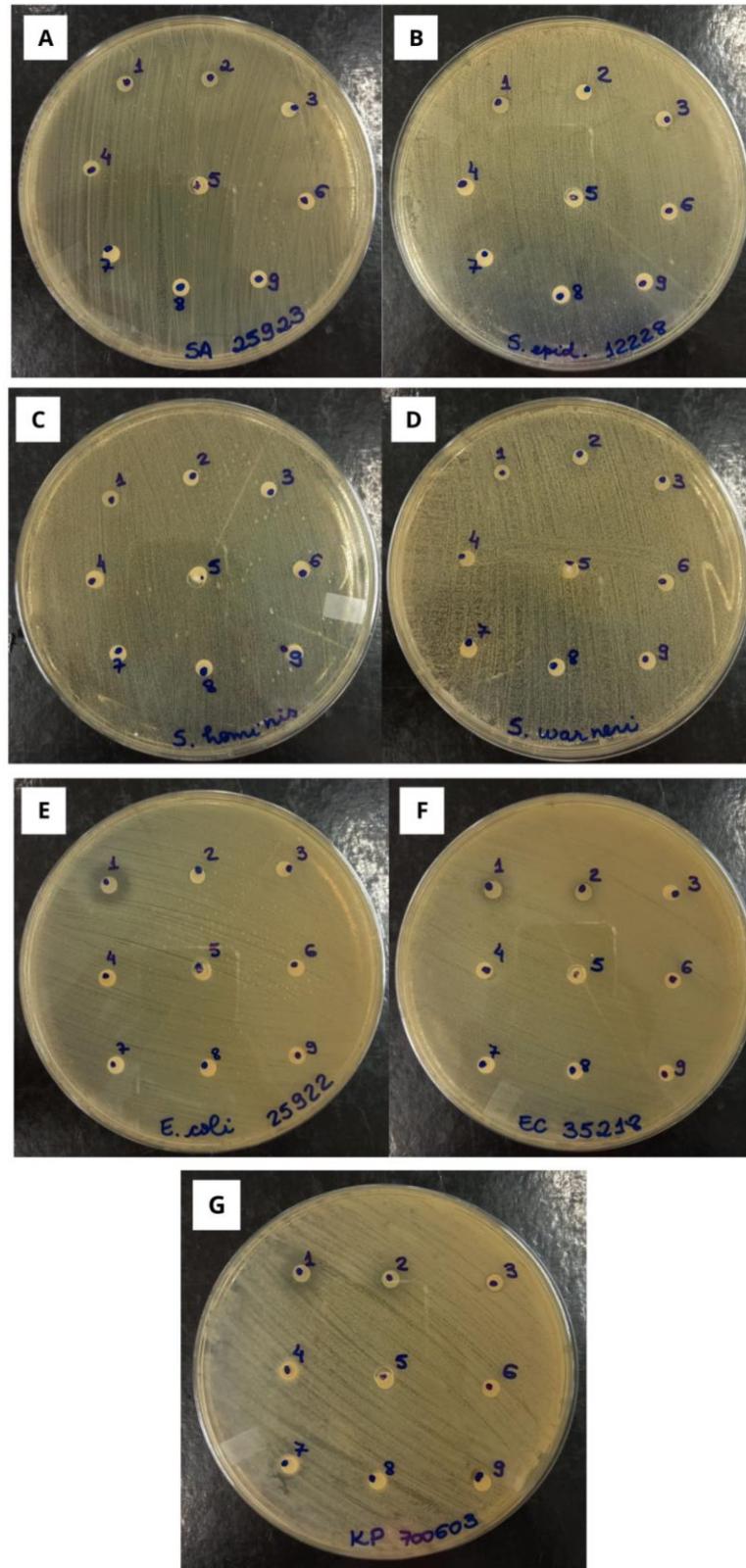
2.1.7.1 Método de difusão em ágar

Através do teste de disco-difusão, observou-se que os micro-organismos com crescimento inibido, o tiveram na presença do óleo bruto, portanto, para a tabulação dos dados foram considerados somente dos discos 1 e 4 (óleo bruto). Dito isso, o óleo extraído com acetona não apresentou nenhuma ação sobre o crescimento bacteriano, diferentemente do visualizado na aplicação do óleo obtido a partir do hexano como solvente. Este apresentou atividade antimicrobiana sobre os três espécimes Gram-negativos utilizados: *Escherichia coli* ATCC 35218 (10 mm) e ATCC 25922 (15 mm) e *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603 (14 mm). Os resultados encontrados neste trabalho estão dispostos na Figura 11 e Tabela 8.

Os resultados destes testes podem ter sido afetados pela característica lipofílica do extrato. A literatura indica como possibilidade para proporcionar uma maior difusão do material oleoso pela placa de ágar ou no caldo, no caso da CIM, a utilização do polissorbato 80 (*Tween*® 80), um tensoativo não iônico, para potencializar a solubilização do óleo (JUSUF; PUTRA; DEWI, 2020). Não foi possível realizar o teste de disco difusão com este tensoativo, pois não havia disponibilidade do mesmo em laboratório.

Ferreira e colaboradores (2011) buscaram analisar a atividade antimicrobiana de quatro óleo vegetais, entre eles o óleo de semente de maracujá. Os autores testaram três tipos de óleo de maracujá amarelo (refinado, extraído por pressão a frio e em Soxhlet) sobre *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Escherichia coli*, não sendo observada atividade sobre nenhum dos micro-organismos.

Figura 11– Resultados da avaliação da atividade antimicrobiana do óleo de semente de maracujá pelo método de disco-difusão: (A) *Staphylococcus aureus*, (B) *Staphylococcus epidermidis*, (C) *Staphylococcus hominis*, (D) *Staphylococcus warneri* (E e F), *Escherichia coli* e (G) *Klebsiella pneumoniae*.



Fonte: Autor (2022).

Tabela 8– Resultados do teste de disco difusão em ágar do óleo de semente de maracujá para as amostras estudadas.

Amostra		Diâmetro dos halos de inibição (mm)	
		Hexano	Acetona
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	0	0
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	ATCC 12228	0	0
<i>Staphylococcus hominis</i>	ATCC 27844	0	0
<i>Staphylococcus warneri</i>	ATCC 10209	0	0
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	15	0
	ATCC 35218	10	0
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603	14	0

Fonte: Autor (2022).

Ao comparar os resultados deste trabalho com as atividades antimicrobianas de outros óleos vegetais na literatura, é possível verificar uma maior atividade do óleo fixo extraído de outras espécies vegetais. Agra e Fortuna (2019), estudaram o óleo fixo de *Allagoptera caudescens* (Mart.) Kuntze (buri) extraído com etanol sobre *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, observaram que o óleo inibiu o crescimento do *Staphylococcus aureus* em três concentrações diferentes: 22,92 mg.g⁻¹ (14 mm), 11,46 mg.g⁻¹ (12 mm) e 5,73 mg.g⁻¹ (8 mm).

Um estudo realizado por Silva e colaboradores (2021), verificou que o óleo de semente de girassol, que possui composição química similar ao óleo de semente de maracujá, apresentou atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (9 mm), *Enterococcus faecalis* (11 mm) e *Klebsiella pneumoniae* (12 mm), corroborando com os achados de Cardoso e colaboradores (2021).

Em outro trabalho, Jusuf, Putra e Dewi (2020), verificaram que o óleo extraído do maracujá roxo (*Passiflora edulis Sims*) apresentou atividade antimicrobiana contra *Propionibacterium acnes*, uma bactéria Gram-positiva anaeróbica encontrada na pele humana, possuindo um papel de destaque na patogênese da acne. O aumento da atividade antimicrobiana foi diretamente proporcional ao aumento da concentração do extrato: 1,25% m/v (6 mm), 2,5% m/v (6,83 mm), 5% m/v (8,5 mm), 10% m/v (10,08 mm), 20% m/v (14 mm) e 40% m/v (16 mm) de extrato.

Saravanan e Parimelazhagan (2013), analisando a atividade antibacteriana e antifúngica de extratos de *Passiflora subpeltata* extraídos com diferentes solventes demonstraram ação sobre diversos microorganismos testados, entre eles *Klebsiella pneumoniae* e *Streptococcus pyogenes*. Entre os solventes testados, os mais efetivos

foram a acetona e metanol, estando os resultados relacionados a maior capacidade de extração de compostos fenólicos por estes solventes.

O método de difusão em ágar apesar de ser mais simples, barato e reprodutível, é menos sensível quando comparada à metodologia de microdiluição em caldo (JÚNIOR *et al.*, 2012). Alguns autores propõem que o método de microdiluição em caldo é mais confiável ao avaliar a atividade antimicrobiana de um agente, pois através dele é possível obter resultados quantitativos, além de os achados do teste não serem influenciados pela velocidade de crescimento bacteriano (BONA *et al.*, 2014). Dito isso, buscou-se verificar a atividade antimicrobiana do óleo de maracujá através da microdiluição.

2.2.7.2 Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM)

Como dito anteriormente, a CIM é a concentração mínima de óleo necessária para a inibição do crescimento de micro-organismos. Já a CBM é a concentração mínima de óleo de maracujá necessária para eliminar pelo menos 99,9% do crescimento bacteriano em 24 h. A relação CBM / CIM é um parâmetro que reflete a capacidade bactericida e bacteriostática de um composto. Uma vez que, o valor desta relação sendo superior a 1 ($CBM > CIM$) há o indicativo que uma quantidade expressiva do óleo estudado é necessária para atingir o efeito bactericida, sendo este material denominado de agente bacteriostático (SANTOS, 2018). Poucos trabalhos que buscassem analisar a CBM e a relação CBM/CIM do óleo extraído da semente de maracujá foram encontrados na literatura.

A Tabela 9 apresenta os valores de CIM e CBM de óleo de maracujá encontrados para as amostras de estudadas.

Comparando o efeito inibitório dos óleos, observa-se uma maior atividade do material extraído com o hexano. O óleo fixo extraído com este último solvente apresenta maior efetividade antimicrobiana, devido a presença de esteróis na fração lipídica (PALMA *et al.*, 1999 apud PEREIRA, 2017).

É importante destacar que ambos os óleos apresentaram baixa solubilidade em caldo Mueller-Hinton utilizado para a verificação da CIM. Esta dificuldade de solubilização pode ter interferido na interação dos compostos com atividades antimicrobianas com os micro-organismos, minorando assim as suas ações bactericidas.

Tabela 9- Valores de CIM e CBM de óleo de semente de maracujá para as amostras estudadas.

Amostra		CIM (mg.mL ⁻¹)		CBM (mg.mL ⁻¹)	
		Hexano	Acetona	Hexano	Acetona
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922	500	500	1000	ND
	ATCC 35218	500	500	1000	ND
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	ATCC 700603	500	500	1000	ND
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923	1000	1000	1000	ND
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	ATCC 12228	ND	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus hominis</i>	ATCC 27844	ND	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus warneri</i>	ATCC 10209	ND	ND	ND	ND

Fonte: Autor (2022).

Os resultados encontrados neste trabalho estão em consonância aos encontrados por Pereira e colaboradores (2019) com o óleo de semente de maracujá extraído com propano comprimido. Entretanto, os autores alcançaram valores de CIM menores aos encontrados neste trabalho em relação ao óleo extraído por Soxhlet. Com o óleo extraído com hexano, os autores encontram uma CIM de 6,25 mg.mL⁻¹ para o *Staphylococcus aureus* e de 1,5625 mg.mL⁻¹ para a *Escherichia coli*, enquanto que para o material extraído com etanol, a CIM foi de 25 mg.mL⁻¹ e 6,25 mg.mL⁻¹, respectivamente.

A diferença encontrada entre este trabalho e o citado acima, pode ser explicada pela opção de realizar a diluição seriada a partir do óleo bruto em contraponto ao seguido pelo autor citado, que partiu do óleo já diluído. O autor encontrou uma atividade inibitória sobre as bactérias Gram-negativas estudadas (*Escherichia coli* e *Salmonella enteritidis*), corroborando com os achados atuais.

Oliveira e colaboradores (2016) encontraram valores de CIM próximos ao de Pereira e colaboradores (2019) para o óleo extraído com etanol por extração assistida por ultrassom na bactéria Gram-negativa *Escherichia coli* (8 mg/mL). Os autores também atribuem esta ação bactericida aos possíveis compostos fenólicos extraídos.

Rizwana, Al Otibi e Al-malki (2019) também buscaram analisar a atividade antimicrobiana da polpa do maracujá roxo contendo as sementes utilizando diferentes solventes. Para os extratos acetônicos, os valores de CIM para *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* foram 1 mg.mL⁻¹, 4 mg.mL⁻¹ e 32 mg.mL⁻¹, respectivamente. Já para o extrato metanoico, esses valores foram, para os mesmos micro-organismos, de 4 mg.mL⁻¹, 32 mg.mL⁻¹ e 32 mg.mL⁻¹, respectivamente. É importante ressaltar que este trabalho utilizou o extrato obtido da associação entre a polpa e as sementes do fruto, e o conteúdo contido na polpa é

rico em flavonoides, terpenos, fenóis, compostos aromáticos e alcaloides, potencializando o efeito antimicrobiano.

Através dos dados obtidos neste trabalho e os presentes na literatura, é possível observar que o óleo de maracujá apresenta maior atividade sobre as bactérias Gram-negativas. A diferença de atividade entre as bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, entre outros fatores, pode estar associada à composição celular distintas dos dois grupos. As bactérias Gram-negativas apresentam em sua composição celular uma membrana lipídica externa essencial para a sua preservação e desenvolvimento no meio. Portanto, os ácidos graxos agiriam como uma molécula tensoativa desorganizando esta estrutura e impedindo o crescimento bacteriano. Já a atividade microbida em bactérias Gram-positivas está mais relacionada a ação de ésteres derivados de óleos vegetais com capacidade de romper as ligações glicosídicas entre os peptidoglicanos da parede celular destes micro-organismos (WATANABE *et al*, 2013).

A exemplo de outros trabalhos mais recentes da literatura, o estudo atual visa contribuir com mais informações em relação ao uso do óleo de maracujá como um adjuvante antimicrobiano. Estudos mais aprofundados são necessários para verificar se há a presença de outras moléculas com potencial antimicrobiano na matriz lipídica, avaliar a ação microbida contra outros micro-organismos e estabelecer a razão de uma de efetividade maior contra Gram-negativas em relação às Gram-positivas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As extrações realizadas por Soxhlet com hexano e acetona apresentaram rendimentos próximos, mas discordantes com a literatura, uma vez que o rendimento da extração acetônica foi maior que a hexânica. Após observações organolépticas dos óleos extraídos, como coloração, o hexano foi o solvente cujo óleo extraído apresentou características macroscópicas mais satisfatórias.

O óleo de semente de maracujá apresenta uma composição graxa similar ao óleo de girassol, insumo usualmente presente em formulações tópicas para o tratamento e prevenção de condições patológicas do tecido cutâneo apresentando, assim, potencial para a sua utilização pela indústria cosmética e farmacêutica. A análise por CLAE-EM/EM foi importante para elucidação e confirmação do perfil de ácidos graxos presentes nos óleos extraídos. Como limitação, a metodologia utilizada

na espectrometria de massas não é a preconizada para a determinação de ácidos graxos, entretanto, é possível de ser utilizada em decorrência da característica ácida (presença de hidrogênio ionizável) dos analitos. Por ausência de padrões certificados, não foi possível realizar uma análise quantitativa dos componentes presentes.

O índice de acidez e a acidez em ácido oleico apesar de maior em relação aos dados encontrados na literatura, estiveram dentro do limite máximo estimado pela legislação brasileira. Em relação à atividade antioxidante do óleo, a literatura apresenta uma grande variação dos valores encontrados nesta análise, entretanto, em comparação com a maior parte dos trabalhos pesquisados, os achados deste estudo se configuram menores. O óleo extraído com acetona apresentou maior atividade antioxidante, possivelmente pela extração de tocoferóis, compostos fenólicos, fitosteróis e carotenoides. O valor encontrado da atividade antioxidante do óleo hexânico não é robusto, pois não houve solubilização completa do óleo no solvente utilizado para a análise.

A análise antimicrobiana foi prejudicada pela dificuldade de difusão do óleo extraído através do meio sólido e pela não solubilização no caldo para a determinação da concentração inibitória mínima. Independente desta questão, foi possível visualizar uma maior ação antimicrobiana do óleo hexânico quando comparado ao acetônico. Este achado está em consonância com a literatura, uma vez que os óleos extraídos com solvente apolar apresentam maior atividade ao extrato polar. Outro achado interessante se configura no óleo hexânico ao apresentar ação sobre bactérias com genes de resistência: a *Escherichia coli* ATCC 35218 produtora de beta-lactamase e *Klebsiella pneumoniae* ATCC 700603, produtora de beta-lactamase de amplo espectro.

Dessa forma, os resultados apontam para a possibilidade da incorporação do óleo das sementes de maracujá azedo em produtos cosméticos, mais especificamente em emulsões, micro e nanoemulsões, com finalidade hidratante, cicatrizante e antiinflamatória tópica, agrega valor ao produto e contribui para a redução do impacto ambiental gerado pelo descarte dos resíduos do fruto.

REFERÊNCIAS

- AGRA, A.C.; FORTUNA, J.L. Atividade antimicrobiana do óleo fixo de *Allagoptera caudescens* (Mart.) Kuntze sobre bactérias patogênicas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 3, p. 1120-1129, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/2147>. Acesso em: 22 mai.2022.
- AQUINO, L.P. *et al.* Influência da secagem do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na qualidade do óleo extraído. **Food Science and Technology**, v. 29, p. 354-357, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000200018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/7bQDxvJtCJJ7pbJ8vkBqjbP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 abr. 2022.
- ARAÚJO, A.J. B. *et al.* Caracterização físico-química e perfil lipídico da semente de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação**, v.2, n.3, 2019.
- AZIZ, A.A. *et al.* A systematic literature review on the current detection tools for authentication analysis of cosmetic ingredients. **Journal of Cosmetic Dermatology**, v. 21, n. 1, p. 71-84, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jocd.14402>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jocd.14402>. Acesso em: 03 mai. 2022.
- BAETA, D.S. **Investigação da polpa de maracujá-amarelo (*passiflora edulis* sims. f. *flavicarpa* deg.) e seus híbridos sobre o potencial antioxidante e implicação no nível de colesterol plasmático de coelhos**. 2018. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, nível Doutorado, do Instituto de Química da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Araraquara. 2018.
- BALLEN, S.C. *et al.* Determinação do potencial antioxidante (DPPH) e antimicrobiano de extratos vegetais e óleo essencial de louro (*Laurus nobilis*). **PERSPECTIVA**, v. 43, n.163, p. 61-70, setembro/2019.
- BARBIERI, J.C. **Extração e microencapsulação de óleo da semente do maracujá em poli(caprolactona)**. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão, Campo Mourão, PR, 2014.
- BANERJEE, Shibdas; MAZUMDAR, Shyamalava. Electrospray ionization mass spectrometry: a technique to access the information beyond the molecular weight of the analyte. **International journal of analytical chemistry**, v. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/282574>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ijac/2012/282574/>. Acesso em: 03 mai. 2022.
- BONA, E.A.M. *et al.* Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (CIM) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, p. 218-225, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1808-1657001192012>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/aib/a/mwDLMCbVGPRvH4gdFNJMV4F/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 20 mai. 2022.

BOTELHO, S.C.C. *et al.* Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 62, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/rca.2019.3005>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331182654_Qualidade_pos-colheita_de_frutos_de_maracujazeiro-amarelo_colhidos_em_diferentes_estadios_de_maturacao. Acesso em: 22 mai. 2022.

BREDA, P.L.C.L. Tratamento com vitaminas antioxidantes no envelhecimento cutâneo: revisão de literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 5252-5266, 2022. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n2-107>. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/45599>. Acesso em: 22 abr. 2022.

BRUM, A. A. S.; ARRUDA, L. F.; REGITANO, M. A. B. Métodos de extração e qualidade da fração lipídica de matérias-primas de origem vegetal e animal. **Química Nova**, São Paulo, v.32, n.4, p.849-854, fev. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000400005>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/bVRjZz6Qz7DRHhGksbrfVt/?lang=pt>. Acesso em: 15 abr. 2022.

CARDOSO, I.C.C. *et al.* Potencial antimicrobiano de óleos vegetais ozonizados frente a espécies bacterianas: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e22410212451-e22410212451, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12451>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12451>. Acesso em: 14 abr. 2022.

CARDOSO, L. C.D. *et al.* Extração e caracterização do óleo da semente de maracujá. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 11, 2015. São Paulo. **Anais [...]**, 2015.

CARVALHO, C.O. de. **Comparação entre Métodos de Extração do Óleo de Mauritia Flexuosa LF (Arecaceae-Buriti) para o Uso Sustentável na Reserva de Desenvolvimento Tupé: Rendimento e Atividade Antimicrobiana**. 109f. 2011. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia e Recursos Naturais) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2011.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). **Performance standards for antimicrobial susceptibility testing**. 31st. edition, document M100-Ed31, Wayne, 2021.

COLETTI, G. F.; TAVARESA, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Recuperação de acetona em resíduos laboratoriais: uma abordagem sobre aspectos da gestão, operacionais e da eficiência ambiental. **Química Nova**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 683-690, junho

2019. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170361>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/5Wk4smCHB8BmTRdq4x8hqcw/?lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2022.

CORREIA, I.M.S. *et al.* Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus* L.) e Coco (*Cocos nucifera* L.) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia plena**, v. 10, n. 3, 2014.

CORREIA, I.M.S.; SOUZA, M.J.B.; SOUSA, E.M.B.D. Extração e caracterização do óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) utilizando o método de prensagem a frio e extração por solventes. In: XVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2010. Foz do Iguaçu. **Anais** [...], 2010.

COSTA, D.A.N. **Estudo do processo de extração do óleo da Macaúba (*Acrocomia Intumescens*)**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

CUNHA, K.M.; CATTELAN, M.G. Desenvolvimento de produto alimentício com substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca de maracujá. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.

DI GIOVANNI, J.P. *et al.* Tandem mass spectrometry and ion mobility reveals structural insight into eicosanoid product ion formation. **Journal of the American Society for Mass Spectrometry**, v. 29, n. 6, p. 1231-1241, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13361-018-1927-9>. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1007/s13361-018-1927-9>. Acesso em: 03 mai. 2022.

DOUDEL, G. S *et al.* Extração do óleo da semente do maracujá com CO₂ supercrítico e via soxhlet. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 5., 2018, São Paulo. **Anais**[...]. São Paulo, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. 2020. **Produção Brasileira de Maracujá em 2020**. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_maracuja.pdf> Acesso em 24 jan. 2022.

FERRARI, R.A.; COLUSSI, F.; AYUB, R.A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá-aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de fruticultura**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 101-102, abril 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452004000100027>. Disponível em: [https://www.scielo.br/j/rbf/a/M59TPPVbhgXXkPRHTPdW8dh/?lang=pt#:~:text=1\)%20O%20percentual%20de%20%C3%B3leo,uso%20para%20ind%C3%BAstria%20de%20cosm%C3%A9ticos](https://www.scielo.br/j/rbf/a/M59TPPVbhgXXkPRHTPdW8dh/?lang=pt#:~:text=1)%20O%20percentual%20de%20%C3%B3leo,uso%20para%20ind%C3%BAstria%20de%20cosm%C3%A9ticos). Acesso em: 22 jan. 2022

FERREIRA, A.M. *et al.* Utilização dos ácidos graxos no tratamento de feridas: uma revisão integrativa da literatura nacional. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 46, p. 752-760, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0080-62342012000300030>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reeusp/a/QTP7Znpf4L64MwzPGFLDz8G/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 abr. 2022.

FERREIRA, B.S. *et al.* Comparative properties of amazonian oils obtained by different extraction methods. **Molecules**, v. 16, n. 7, p. 5875-5885, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules16075875>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/16/7/5875>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FERREIRA, J.R.N. **Azitromicina: desenvolvimento e validação de métodos de análise em formas farmacêuticas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, 2007.

GASKELL, S.J. Electrospray: principles and practice. **Journal of mass spectrometry**, v. 32, n. 7, p. 677-688, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9888\(199707\)32:7%3C677::AID-JMS536%3E3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9888(199707)32:7%3C677::AID-JMS536%3E3.0.CO;2-G). Disponível em: [https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1096-9888\(199707\)32:7%3C677::AID-JMS536%3E3.0.CO;2-G](https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1096-9888(199707)32:7%3C677::AID-JMS536%3E3.0.CO;2-G). Acesso em; 04 mai 2022.

HUANG, Tse-Hung *et al.* Cosmetic and therapeutic applications of fish oil's fatty acids on the skin. **Marine drugs**, v. 16, n. 8, p. 256, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/md16080256>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-3397/16/8/256>. Acesso em: 22 abr. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JÚNIOR, A.A.V. *et al.* Comparação entre microdiluição e disco difusão para o teste de susceptibilidade aos antifúngicos contra *Candida* spp. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 1, p. 135-142, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0367.2012v33n1p135>. Disponível em: <https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminabio/article/view/10365>. Acesso em: 20 mai. 2022.

JUSUF, N.K.; PUTRA, I.B.; DEWI, N.K. Antibacterial activity of passion fruit purple variant (*Passiflora edulis* sims var. *edulis*) seeds extract against propionibacterium acnes. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology**, v. 13, p. 99, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2147/ccid.s229743>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32099437/>. Acesso em: 22 abr. 2022.

KERWIN, J.L.; WIENS, A.M.; ERICSSON, L.H. Identification of fatty acids by electrospray mass spectrometry and tandem mass spectrometry. **Journal of mass spectrometry**, v. 31, n. 2, p. 184-192, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9888\(199602\)31:2%3C184::AID-JMS283%3E3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9888(199602)31:2%3C184::AID-JMS283%3E3.0.CO;2-2). Disponível em: [https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1096-9888\(199602\)31:2%3C184::AID-JMS283%3E3.0.CO;2-2?casa_token=Fbk32f71J4sAAAAA:XJH5Oc0ZhRycR_lhcDoQXXfJRN3d9QtEdl_QS D7X1RZpLpLTff00NUW09tUjgM50bDoB7nk-CbXfqV6W](https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1096-9888(199602)31:2%3C184::AID-JMS283%3E3.0.CO;2-2?casa_token=Fbk32f71J4sAAAAA:XJH5Oc0ZhRycR_lhcDoQXXfJRN3d9QtEdl_QS D7X1RZpLpLTff00NUW09tUjgM50bDoB7nk-CbXfqV6W). Acesso em: 22 mai. 2022.

KESARI, V.; DAS, A.; RANGAN, L. Physico-chemical characterization and antimicrobial activity from seed oil of *Pongamia pinnata*, a potential biofuel crop. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 1, p. 108-115, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.10.006>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953409002098>. Acesso em: 16 mai. 2022.

KOBORI, C.N.; JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência e Agrotecnologia**, São Paulo, v.9, n.5, p. 1008-1014, jun. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500014>. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500014&script=sci_arttext. Acesso em: 15 abr. 2022.

KURATA, S.; YAMAGUCHI, K.; NAGAI, M. Rapid discrimination of fatty acid composition in fats and oils by electrospray ionization mass spectrometry. **Analytical sciences**, v. 21, n. 12, p. 1457-1465, 2005. DOI: <https://doi.org/10.2116/analsci.21.1457>. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/analsci/21/12/21_12_1457/_article/-char/ja/. Acesso em: 22 mai. 2022.

LANIA, B. G. **O uso dos óleos de café e girassol em feridas cutâneas: Efeitos locais e sistêmicos**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2018.

LIMA, G.S. **Óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis f flavicarpa*): diferentes métodos de extração, composição química, citotoxicidade e atividade antioxidante**. 2019. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2019.

LOPES, R. M. *et al.* Estudo Comparativo do Perfil de Ácidos Graxos em Sementes de Passifloras Nativas do Serrado Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 498-506, jun. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000065>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/SFMmpJT3xNCKzRfRjfrDTfr/?lang=pt>. Acesso em: 18 jan. 2022.

LÓPEZ-VARGAS, J.H. *et al.* Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 756-763, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.055>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996913000823>. Acesso em: 03 mai. 2022.

MALACRIDA, C.S. **Caracterização de óleos extraídos de sementes de frutas: composição de ácidos graxos, tocoferóis e carotenóides**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, São José do Rio Preto, SP. 2009.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Yellow passion fruit seed oil (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*): physical and chemical characteristics. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 55, n. 1, p. 127-134, jan./fev. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132012000100016>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/babt/a/3j9Q6CkdqFkMy5FZSKBfNbD/?lang=en>. Acesso em: 16 abr. 2022.

MASSA, T.B. ; GARCIA, V.A.S. ; SILVA, C. Extração assistida por ultrassom do óleo de sementes de maracujá utilizando etanol. In: XXIV Encontro Anual de Iniciação Científica/IV Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior, 42., 2015, Londrina. **Anais** [...]. Londrina, 2015.

MATOS, I. O.; DOURADO, D.; PEREIRA, N. P. Prospecção de óleos fixos da flora brasileira e africana na cosmetologia sustentável. **Visão acadêmica**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 18- 37, jun. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v16i2.41729>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/41729>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MOK, H.J. *et al.* A rapid and sensitive profiling of free fatty acids using liquid chromatography electrospray ionization tandem mass spectrometry (LC/ESI-MS/MS) after chemical derivatization. **RSC advances**, v. 6, n. 38, p. 32130-32139, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1039/C6RA01344A>. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2016/ra/c6ra01344a>. Acesso em: 22 mai. 2022.

MOREIRA, N.X.; CURI, R.; MANCINI, J.F. Fatty acids: a review. **Nutrire: J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP. , v.24, p.105-123, dez., 2002

MOURA, K.P.A. *et al.* Farinha do albedo do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) para o enriquecimento de produtos cárneos: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e53110817603-e53110817603, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17603>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17603/15333>. Acesso em: 03 mai. 2022.

NETO, C.C. **Análise Orgânica, Métodos e Procedimentos para a Caracterização de Organoquímios**, Vol. 2, 4^o Edição, Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2004.

NGAKOU TAKAM, P. *et al.* *Passiflora edulis* seed oil from west Cameroon: Chemical characterization and assessment of its hypolipidemic effect in high-fat diet-induced rats. **Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 11, p. 3751-3758, 2019. DOI: 10.1002/fsn3.1234. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6848813/pdf/FSN3-7-3751.pdf>. Acesso em 03 mai. 2022.

OLIVEIRA, A. C. S. **Extração e caracterização do óleo da semente do maracujá para utilização no desenvolvimento de emulsões cosméticas**. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Farmácia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Realengo, Rio de Janeiro, RJ, 2020.

OLIVEIRA, D.A. *et al.* Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis* sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 55-62, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2016.01.010>. Disponível em: <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-d37124a6-390a-3c27-ae50-1cda49306a52>. Acesso em: 15 mai. 2022.

PACHECO, D.L.; LOBO, L. C. Antioxidantes utilizados para combater o envelhecimento cutâneo. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 9, p. 342-356, 2021. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i9.2152>. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2152>. Acesso em: 20 abr. 2022.

PEREIRA, M.G. **Caracterização do óleo de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) e de maracujá azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) obtido por diferentes métodos de extração**. 2017. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

PEREIRA, M.G. *et al.* Effect of extraction process on composition, antioxidant and antibacterial activity of oil from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa*) seeds. **Waste and Biomass Valorization**, v. 10, n. 9, p. 2611-2625, 2019. DOI: 10.1007/978-3-030-12473-1_29. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12649-018-0269-y>. Acesso em: 03 mai. 2022.

PÉREZ-LÓPEZ, M. *et al.* Antiquorum sensing activity of seed oils from oleaginous plants and protective effect during challenge with *Chromobacterium violaceum*. **Journal of Medicinal Food**, v. 21, n. 4, p. 356-363, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1089/jmf.2017.0080>. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/abs/10.1089/jmf.2017.0080>. Acesso em: 10 mai. 2022

PERINI, J.A.L. *et al.* Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000600013>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/CCrfCYkSNX6Zqp97GCQ3bBD/?format=html#:~:text=Os%20AGPI%20n%2D3%20e,a%20severidade%20do%20processo%20inflamat%C3%B3rio>. Acesso em: 22 abr. 2022.

PINHO, A.P.S.; SOUZA, A.F. Extração e caracterização do óleo de coco (*Cocos nucifera* L.). **Biológicas & Saúde**, v. 8, n. 26, 2018. DOI: <https://doi.org/10.25242/886882620181241>. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/1241. Acesso em: 10 mai. 2022.

PUROHIT, S. *et al.* Evaluation of thermophysical, biochemical and antibacterial properties of unconventional vegetable oil from Northeast India. **Materials Science for Energy Technologies**, v. 4, p. 81-91, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mset.2021.01.004>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589299121000069>. Acesso em: 11 mai. 2022.

REZVANKHAH, A. *et al.* Microwave-assisted extraction of hempseed oil: Studying and comparing of fatty acid composition, antioxidant activity, physicochemical and thermal properties with Soxhlet extraction. **Journal of food science and technology**, v. 56, n. 9, p. 4198-4210, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03890-8>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13197-019-03890-8>. Acesso em: 25 jan. 2022.

RIZWANA, H.; AL OTIBI, F.; AL-MALKI, N. Chemical composition, FTIR studies and antibacterial activity of *Passiflora edulis* f. *edulis* (Fruit). **Journal of Pure & Applied Microbiology**, v. 13, n. 4, p. 2489-2498, 2019. DOI:

<https://doi.org/10.22207/JPAM.13.4.64>. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/profile/Fatimah-](https://www.researchgate.net/profile/Fatimah-Alotibi/publication/344178719_Chemical_composition_FTIR_Studies_and_Antibacterial_Activity_of_Passiflora_edulis_f_edulis_Fruit/links/5f59462d4585154dbbc3f2fb/C)

[Alotibi/publication/344178719_Chemical_composition_FTIR_Studies_and_Antibacterial_Activity_of_Passiflora_edulis_f_edulis_Fruit/links/5f59462d4585154dbbc3f2fb/C](https://www.researchgate.net/profile/Fatimah-Alotibi/publication/344178719_Chemical_composition_FTIR_Studies_and_Antibacterial_Activity_of_Passiflora_edulis_f_edulis_Fruit/links/5f59462d4585154dbbc3f2fb/C) hemical-composition-FTIR-Studies-and-Antibacterial-Activity-of-Passiflora-edulis-f-edulis-Fruit.pdf. Acesso em: 10 mai.2022.

RUFINO, M.D.S.M. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SANTOS, E. P. **Avaliação da atividade antimicrobiana e antibiofilme de nanopartículas de prata em amostras de *Staphylococcus epidermidis* e *Staphylococcus haemolyticus* isoladas de hemocultura**. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Realengo, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

SANTOS, O. V. *et al.* Efeitos do Consumo de Produtos e Subprodutos do Maracujá (*Passiflora edulis*) nas Doenças Crônicas não Degenerativas. **Brazilian Journal of Health Review** (edição em português), Curitiba, v. 2, n. 6, p. 6226-6244, nov. 2019.

SARKAR, R. *et al.* Use of vegetable oils in dermatology: an overview. **International journal of dermatology**, v. 56, n. 11, p. 1080-1086, 2017. DOI:

<https://doi.org/10.1111/ijd.13623>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/ijd.13623>. Acesso: 15 mai. 2022.

SARAVANAN, S.; PARIMELAZHAGAN, T. Total phenolic content, free radical scavenging and antimicrobial activities of *Passiflora subpeltata* seeds. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 4, p. 067-072, 2013. DOI:

<http://dx.doi.org/10.7324/JAPS.2013.3412>. Disponível em:

https://www.japsonline.com/abstract.php?article_id=852. Acesso em: 15 mai. 2022.

SENA, C. P. *et al.* Características físico-químicas de emulsões de óleo de maracujá (*Passiflora edulis*) homogeneizadas com ultrassom-assitido. **Scientia Amazonia**. v. 7, n.2, p. C27-C32, 2018.

SILVA, D.R. **Extração do óleo da semente do maracujá (*Passiflora edulis*) e avaliação inicial de sua incorporação em emulsões**. 38p. Trabalho de conclusão de curso. Bacharelado em Farmácia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Realengo, Rio de Janeiro, RJ, 2017.

SILVA, E.R.; SILVA, E.S. **Efeitos tópicos dos Ácidos Graxos Essenciais (AGE) – Ômega 3 e 6 aplicados em feridas abertas: uma revisão bibliográfica**. 37p.

Trabalho de conclusão de curso. Bacharelado em Enfermagem, Faculdades Integradas Promove de Brasília, Brasília, DF, 2013.

SILVA, F.F.; SANTOS, N.S.; JULIANO, R.S. **Avaliação da degomagem e branqueamento no refino de óleo de arroz**. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso.

Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (UFRG), Rio Grande, RS, 2018.

SILVA, J.S. *et al.* Physicochemical and technological evaluation of flours made from fruit co-products for use in food products. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. e192932742-e192932742, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i3.2742>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2742>. Acesso em: 03 mai. 2022.

SILVA, J.S. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana do óleo de girassol: Respaldo para a enfermagem. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e8710917941-e8710917941, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17941>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17941>. Acesso em: 08 ago. 2021.

SOUSA, R.D.S. **Extrato de substâncias químicas em óleo de coco, copaíba, calêndula e girassol utilizados no tratamento de feridas: uma abordagem teórica**. 52p. Trabalho de conclusão de curso. Bacharelado em Química Industrial, Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, MA, 2018.

SOUZA, L.C. *et al.* Prospecção Tecnológica da Utilização dos Ácidos Graxos de Óleos Vegetais na Indústria de Cosméticos. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 2, p. 541-556, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v15i2.44168>. Acesso em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/44168>. Disponível em: 22 abr. 2022.

TAKAHASHI, H.K. **Mecanismos envolvidos na morte e sobrevivência de linfócitos expostos ao ácido palmítico**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo. 2010.

TELLES, M. M. **Caracterização dos grãos, torta e óleo de três variedades de girassol (*Helianthus annuus* L.) e estabilidade do óleo bruto**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. 12 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 935 p

TORRES, S.B. *et al.* Óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) como cicatrizante de feridas em idosos diabéticos. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 4692-4703, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n2-056>. Acesso: 22 abr. 2022.

UNSIHUAY, D. *et al.* Imaging of triglycerides in tissues using nanospray desorption electrospray ionization (Nano-DESI) mass spectrometry. **International journal of mass spectrometry**, v. 448, p. 116269, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijms.2019.116269>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1387380619303033>. Acesso em: 03 mai. 2022.

VIANNA-SILVA, T. *et al.* Qualidade do suco de maracujá-amarelo em diferentes épocas de colheita. **Food Science and Technology**, v. 28, n. 3, p. 545-550, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000300007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/JmYk5Vbqkx6GhJZtg5GCKzP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 mai. 2022.

VIEIRA, L.A.S.L.; SOUZA, R.B.A. Ação dos Antioxidantes no Combate aos Radicais Livres e na Prevenção do Envelhecimento Cutânea. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 13, n. 48, p. 408-418, 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i48.2210>. Disponível em: <https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/2210/0>. Acesso em: 21 abr. 2022.

WATANABE, E. *et al.* Determinação in vitro da atividade antibacteriana de detergente de mamona contra bactérias hospitalares. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 1, 2013. Disponível em: <http://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/237>. Acesso em 20 mai. 2022.

WOOD, P. L.; WOLTJER, R. L Electro spray ionization high resolution mass spectrometry of the chloride adducts of steroids, mono-and oligo-saccharides, xyloglucans, ceramides, gangliosides, and phenols. **Springer Protocols, Neuromethods: Metabolomics**, v. 159, p. 69-76, 2020.

XUAN, T.D. *et al.* An overview of chemical profiles, antioxidant and antimicrobial activities of commercial vegetable edible oils marketed in Japan. **Foods**, v. 7, n. 2, p. 21, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods7020021>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/7/2/21>. Acesso em: 16 mai. 2022.