

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS-UFAM
INSTITUTO DE SAÚDE E BIOTECNOLOGIA-ISB
PROGRAMA MULTI-INSTITUCIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA-PPGBIOTEC

CRISTIANA NUNES RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS POLPAS DAS ESPÉCIES DE AÇAÍ
(Euterpe spp)

COARI-AM

2023

CRISTIANA NUNES RODRIGUES

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS POLPAS DAS ESPÉCIES DE AÇAÍ
(*Euterpe spp*)

Dissertação apresentada ao Programa Multi-institucional de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas, como parte do requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Valdir Florêncio da Veiga Júnior

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi

COARI-AM

2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R696c Rodrigues, Cristiana Nunes
Caracterização química das polpas das espécies de açaí
(Euterpe spp) / Cristiana Nunes Rodrigues. 2023
112 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Valdir Florêncio da Veiga Júnior
Coorientadora: Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi
Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Açaí. 2. Análise química. 3. Bioativos. 4. Antioxidantes. I. Veiga
Júnior, Valdir Florêncio da. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

Dedico, (*in memoriam*) aos meus
eternos pais, Salazar Maciel Rodrigues
e Maria de Fátima Nunes Rodrigues, e
minha eterna amiga
Alessandra Souza de Almeida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus por me mostrar a força, coragem e perseverança existentes em mim, que por tantas vezes pensei em desistir, mas fortis sempre meu porto seguro.

A minha filha Kethllen Rodrigues, que sempre compreendeu quando não estava próxima, tendo muitas vezes renunciado a sua companhia para me dedicar aos meus estudos, ao meu esposo Clemilton por me dá todo o suporte necessário, sua dedicação, sua compreensão e seu incentivo durante todo o processo. A minha família irmãos e irmãs pelo apoio.

À Universidade Federal do Amazonas/Manaus, especialmente ao departamento de Química de Produtos Naturais Q-bioma pelo suporte durante a realização das pesquisas.

Ao professor Dr. Anderson Guimarães, pelo ensinamento enquanto estive no laboratório.

As doutorandas Isadora Moita e Sarah Flores, aos mestrandos Jheiffison Clemente, pelo companheirismo e ensinamento, momentos que ficarão eternizados em minhas memórias.

Ao Instituto de Pesquisa da Amazônia-INPA na pessoa do professor Dr. Carlos Cleomir, ao senhor Souza, técnico de laboratório, pela contribuição nessa caminhada, auxiliando-me na utilização dos equipamentos pertinentes à pesquisa. Ao prof. Dr. Felipe pelas análises espectrométricas no Laboratório de Espectrometria de Massas (LABCEM) Manaus. Ao Prof.

Dr. Emerson Silva Lima e sua equipe do laboratório Biophar Faculdade de Ciências Farmacêuticas/UFAM pela cooperação nos ensaios antioxidantes.

Ao Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB campus Coari, em nome da diretora Dr. Vera Lucia Imbiriba Bentes pelo amparo durante a realização do projeto. Ao tec. Dr. Henrique pela colaboração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Valdir Florêncio da Veiga Jr, por ter aceitado me orientar e por toda a paciência, dedicação e ensinamentos.

A minha co-orientadora Prof. Dr. Klenicy Yamaguchi, que acima de tudo é uma grande “mãe” amiga, que sempre dedicou um tempo especial a mim, serei eternamente grata por tudo que tens feito e faz por mim. Será um exemplo de profissional, de pessoa que levarei como referência. A minha amiga Kemilla que chegou em minha vida com todo seu carinho e atenção e companheirismo, excelente profissional e pessoa.

Aos amigos que estiveram durante essa jornada, em especial: Diana França, Geziane Gomes, Urlânia Alves, Márcia Pinheiro, gratidão por cada palavra de incentivo, ao Abinadabes e ao Lucas Martins, pelo companheirismo e trocas de ideias. Obrigada pela amizade, pela atenção e por serem tão solícitos.

Ao grupo de pesquisa ABC do Instituto militar/IME/RJ, pela amizade e companheirismo especialmente a doutoranda em química Yasmim Cunha pelo apoio na realização das análises químicas, aos demais colegas: Suzane Leão, Suyane, Ian Gardel, Fernanda, Ana Thainá, Esther, Rayssa, Clícia, Felipe e Josiane, Nilce pelas contribuições durante a construção do conhecimento, sugestões, incentivo e contribuição durante esses dois anos que foram enriquecedores.

Agradecer também a Clínica Bio-análise do município de Coari-Am, pela parceria em nome dos analistas Eliana e Kleberson, muito obrigada.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para esta conquista.

GRATIDÃO!

**“Tudo o que um sonho precisa para ser realizado
é alguém que acredite
que ele possa ser realizado”
Roberto Shinyashaiki**

RESUMO

As espécies *E. precatoria*, *E. oleracea* e *E. oleracea* var. verde pertencem ao gênero *Euterpe* da família Arecaceae (Palmae). Elas são caracterizadas quimicamente por possuir carotenoides; flavonoides; compostos fenólicos; catequina; quercetina; ácido gálico; rutina; ácido cumárico; ácido ferúlico; ácido clorogênico; ácido quínico; ácido cafeico; antocianinas, entre outras substâncias derivadas. Devido a esta gama de ativos, seus benefícios à saúde humana são promissores, tendo efeitos biológicos como antioxidante, anti-inflamatório e neuroprotetores. Sua polpa é o produto mais consumido na Região Norte, e vem ganhando o mercado internacional. Nesse contexto, a pesquisa visa a investigação e caracterização química dos extratos obtidos de diferentes espécies do gênero *Euterpe* spp. No presente estudo analisou-se a composição de cinco extratos hidroalcoólicos das espécies de açaí coletadas no município de Coari-AM, avaliando-se atividades antioxidantes frente ao radical ABTS•+ e DPPH. Foram realizados testes biológicos para a quantificação de fenóis totais e flavonoides totais. A caracterização dos extratos foi realizada por métodos cromatográficos, sendo a cromatografia em camada delgada CCD e por espectrometria de massas. Os resultados apresentam boa separação de substâncias quando analisados em CCD, por se tratar de espécies do mesmo gênero, foram observadas a presença de fenóis e flavonoides nas espécies analisadas, sendo mais intensa na espécie *E. oleracea*, corroborando com a literatura. Quando submetidos aos testes antioxidantes os extratos tiveram melhores resultados frente ao radical ABTS•+ do que DPPH. Nos testes químicos/biológicos as espécies do gênero *Euterpe* apresentaram resultados positivos na inibição qualitativa do radical DPPH apresentando valores de IC₅₀ de 70,1 e 64,3 para EHEP e EHPPL respectivamente. No método ABTS podemos destacar os valores para os extratos de *E. precatoria* EHEP e EHPPL, 41,6±3,0 e 39,8±0,1 respectivamente. Para o *E. oleracea* var. verde resultou nos seguintes valores de IC₅₀ respectivamente de DPPH e ABTS 216,3 ± 6,7; 58,8 ± 1,9. Para flavonoides totais obteve-se os valores de média de inibição de 55% e 70%, respectivamente para os extratos de EHEO, EHEOPL, já para as espécies de *E. precatoria* foram expressos os valores de 57% para o extrato EHEP e 66% para os extratos da polpa liofilizada EHEPPL e para o extrato de *E. oleracea* var. verde percentual de 38%. Em comparação com o padrão que teve valor de inibição de 64% os extratos de *E. precatoria* obtiveram maior semelhança ao padrão utilizado. E para os testes de Fenóis totais os resultados expressam a porcentagem de inibição, que foram de 24%, 12%, 10%, 19% e 12% para EHEP, EHEO, EHEOv, EHEPPL e EHEOPL, respectivamente, em comparação com o padrão que expressa o percentual de 47%. Pela análise de dados de espectros de massa foi possível caracterizar e identificar algumas substâncias que corroboram com a literatura. Com destaque para os íons 449,11; 287,06; 593,15; 611,16; 609 encontrados para a espécie de *E. precatoria*, e os íons para *E. oleracea* 449,11; 431,24; 447,09; 299,05; 609. Além da espécie de *E. oleracea* var. verde e seus respectivos íons 461; 299,05; 447,09; 431,19. Durante a preparação das formulações e testes físico-químicos, os fitocosméticos mantiveram-se estáveis e tiveram uma boa aceitação durante a análise sensorial.

Palavras-chave: Açaí. Análise química. Bioativos. Antioxidantes.

ABSTRACTS

The species *E. precatória*, *E. oleracea*, *E. oleracea* var. green, belong to the genus *Euterpe* of the family Arecaceae (Palmae). They are chemically characterized by having carotenoids; flavonoids; phenolic compounds; catechin; quercetin; gallic acid; rutin; coumaric acid; ferulic acid; chlorogenic acid; quinic acid; caffeic acid; anthocyanins, among other derived substances. Due to this range of assets, its benefits to human health are promising, having biological effects such as antioxidant, anti-inflammatory, neuroprotective. Its pulp is the most consumed product in the North Region, and has been winning the international market. In this context, the research aims at the investigation and chemical characterization of extracts obtained from different species of the genus *Euterpe* spp. In the present study, the composition of five hydroalcoholic extracts of açai species, collected in the municipality of Coari-Am, was analyzed, evaluating antioxidant activities against the ABTS•+ radical and DPPH. Biological tests were performed to quantify total phenols and total flavonoids. The characterization of the extracts was performed by chromatographic methods, being CCD thin layer chromatography and by mass spectrometry. The results show good separation of substances when analyzed in TLC, as they are species of the same genus, the presence of phenols and flavonoids was observed in the analyzed species, being more intense in the species *E. oleracea*, corroborating with the literature. When submitted to antioxidant tests, the extracts had better results against the ABTS•+ radical than DPPH. In the chemical/biological tests, species of the genus *Euterpe* showed positive results in the qualitative inhibition of the DPPH radical, presenting IC50 values of 70.1 and 64.3 for EHEP and EHPPL respectively. In the ABTS method we can highlight the values for the extracts of *E. precatória* (EHEP and EHPPL) 41.6 ± 3.0 , 39.8 ± 0.1 respectively. For *E. oleracea* var. green resulted in the following IC50 values respectively of DPPH and ABTS 216.3 ± 6.7 ; 58.8 ± 1.9 . In the analyzes of total phenols and flavonoids when compared with their respective standard. For total flavonoids, average inhibition values of 55% and 70% were obtained, respectively for the extracts of EHEO, EHEOPL, while for the species of *E. precatória*, values of 57% for the EHEP extract and 66% were expressed. for the EHEPPL lyophilized pulp extracts and for the *E. oleracea* var. green percentage 38%. Compared to the standard that had an inhibition value of 64%, the *E. precatória* extracts were more similar to the standard used. And for the tests of total phenols, the results express the percentage of inhibition that were 24%, 12%, 10%, 19% and 12% for EHEP, EHEO, EHEOv, EHEPPL and EHEOPL, respectively, compared to the standard that expresses the percentage of 47%. By analyzing mass spectral data, it was possible to characterize and identify some substances that corroborate the literature. Highlighting the ions 449.11; 287.06; 593.15; 611.16; 609 found for the species of *E. precatória*, and ions for *E. oleracea* 449.11; 431.24; 447.09; 299.05; 609. In addition to the species of *E. oleracea* var. green and their respective ions 461; 299.05; 447.09; 431.19. During the preparation of the formulations and physical-chemical tests, the phytocosmetics remained stable and had a good acceptance during the sensorial analysis.

Keywords: Acai. Chemical analysis. Bioactives. Antioxidants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição das espécies do Gênero <i>Euterpe</i>	20
Figura 2 – Estrutura básica presente nos compostos fenólicos	35
Figura 3 – Núcleo fundamental dos flavonoides	35
Figura 4 – Principais classes de flavonoides.....	36
Figura 5 – Esquema representativo dos diferentes tipos de cromatografias	38
Figura 6 – Redução do radical livre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil a 1,1-difenil-2- picrilhidrazil.....	41
Figura 7 – Estabilização do radical ABTS•+ por um antioxidante.....	46
Figura 8 – Fluxograma da metodologia utilizada.....	46
Figura 9 – Tipos de <i>Euterpe</i>	47
Figura 10 – Preparação do sistema cromatográfico.....	49
Figura 11 – Placas cromatográficas dos extratos obtidos das três espécies de <i>Euterpe</i> ...	58
Figura 12 – Cromatoplaça revelada em NP/PEG.....	59
Figura 13 – Cromatoplaça revelada em Vanilina Sulfúrica	59
Figura 14 – Cromatoplaça revelada em anisaldeído	60
Figura 15 – Cromatoplaça revelada em DPPH e cloreto férrico	60
Figura 16 – Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo de ionização	69
Figura 17 – Molécula do dihidrokaempferol glicosídeo.....	70
Figura 18 – Espectro de massas ms^2 do íon 287 m/z no modo negativo de ionização	70
Figura 19 – Molécula do dihidrokaempferol	71
Figura 20 – Espectro de massas ms^2 do íon 431 m/z no modo negativo.....	71
Figura 21 – Estruturas das substâncias isovitexina (1) e vitexina (2).....	72
Figura 22 – Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo.....	72
Figura 23 – Estruturas da substância Cianidina-3-rutinosídeo	73
Figura 24 – Espectro de massas ms^2 do íon 595 m/z no modo positivo	73
Figura 25 – Espectro de massas ms^2 do íon 593 m/z no modo negativo.....	74
Figura 26 – Espectro de massas ms^2 do íon 611 m/z no modo negativo.....	74
Figura 27 – Estrutura do eridictyol-7- <i>O</i> -glicosídeo.....	75
Figura 28 – Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo.....	75
Figura 29 – Estrutura da rutina.....	76
Figura 30 – Espectro de massas ms^2 do íon 609 m/z no modo negativo.....	76
Figura 31 – Espectro de massas ms^2 do íon 431 m/z no modo negativo	77

Figura 32 – Estruturas das substâncias isoorientina (1), orientina (2) e luteolina-7-glicosídeo (3).....	78
Figura 33 – Espectro de massas ms^2 do íon 447 m/z no modo negativo.....	78
Figura 34 – Estruturas das substâncias isômeros hispidulina (1), crisoeriol (2) e rhamnocitirina (3)	79
Figura 35 – Espectro de massas ms^2 do íon 299 m/z no modo negativo	79
Figura 36 – Espectro de massas ms^2 do íon 609 m/z no modo negativo	80
Figura 37 – Espectro de massas ms^2 do íon 431 m/z no modo negativo	81
Figura 38 – Espectro de massas ms^2 do íon 447 m/z no modo negativo	82
Figura 39 – Estruturas das substâncias scoparina (1) e crisoeriol-7-glicosídeo (2).....	82
Figura 40 – Espectro de massas ms^2 do íon 461 m/z no modo negativo	83
Figura 41 – Espectro de massas ms^2 do íon 299 m/z no modo negativo.....	83
Figura 42 – Espectro de massas full scan da polpa liofilizada de <i>Euterpe</i>	84
Figura 43 – Cromatograma da polpas de <i>Euterpe</i>	85
Figura 44 – Espectro de massas full scan dos extratos hidroalcoólicos de <i>Euterpe</i>	86
Figura 45 – Cromatograma dos extratos hidroalcoólicos de <i>Euterpe</i>	87
Figura 46 – Formulações prontas	88
Figura 47 – Teste estresse térmico	89
Figura 48 – Teste de estabilidade	90
Figura 49 – Análise de centrifugação	91
Figura 50 – Análise de espalhabilidade	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição centesimal em g/100 g de amostra do fruto	25
Tabela 2 – Composição mineral em mg/100 g de amostra do fruto.....	26
Tabela 3 – Principais atividades biológicas encontradas do gênero <i>Euterpe</i>	29
Tabela 4 – Substâncias encontradas em espécies do gênero <i>Euterpe</i>	44
Tabela 5 – Rendimentos dos extratos obtidos	57
Tabela 6 – R _f s das amostras de açaí	58
Tabela 7 – Atividade antioxidante dos extratos do genero <i>Euterpe</i>	61
Tabela 8 – Identificação dos íons (m/z) de <i>Euterpe</i> spp.....	64
Tabela 9 – Resultados dos testes de estabilidade das formulações	88
Tabela 10 – Resultados dos testes físico-químicos das formulações	90
Tabela 11 – Resultados dos testes físico-químicos para espalhabilidade	93

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Íons detectados nos extratos hidroalcoólico e polpa liofilizadas das espécies de <i>Euterpe</i> spp	65
---	-----------

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Média de inibição de flavonoide totais dos extratos do genero *Euterpe* 63**
- Gráfico 2 – Média de inibição de flavonoide totais dos extratos do genero *Euterpe* 63**

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
1 OBJETIVOS	19
1.1 Objetivo Geral.....	19
1.2 Objetivos Específicos.....	19
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	20
2.1 Diferentes Tipos de Açaí	20
2.2 Utilização e Importância Bioeconômica	22
2.3 Componentes Bioativos do Gênero <i>Euterpe</i> spp.....	24
2.4 Atividades Biológicas de <i>Euterpe</i> spp.....	28
2.5 Fenóis e Flavonoides.....	34
2.6 Técnicas de Análises	37
2.6.1 Métodos Cromatográficos	37
2.6.2 Avaliação de Atividade Antioxidante.....	40
2.6.3 Espectrometria de Massas	42
2.7 Aplicação Cosmética.....	45
3. PROCESSOS METODOLÓGICOS	46
3.1 Coleta da Matéria Prima	47
3.2 Identificação das Espécies.....	47
3.3 Preparação dos Frutos e Extratos Hidroalcoólicos	47
3.4 Cromatográfica em Camada Delgada (CCD)	48
3.4.1 Preparo dos Reveladores Utilizados na CCD	49
3.5 Atividade Antioxidantes.....	50
3.5.1 Atividade Sequestradora de Radicais Livres pelo DPPH•	50
3.5.2 Atividade de Eliminação de Radicais Livres por ABTS•+	50
3.6 Quantificação de Biomoléculas.....	51
3.6.1 Fenóis Totais.....	51
3.6.2 Flavonoides Totais.....	51
3.7 Cromatógrafo Líquido Acoplado a Espectrômetro de Massas (UHPLC-MS/MS)	52
3.8 Desenvolvimento de Fitocosméticos	52
3.8.1 Preparação do Extrato Glicólico.....	52
3.8.2 Elaboração da Formulação Cosmética Hidratante.....	53
3.8.3 Avaliação de Estabilidade Preliminar dos Fitocosméticos.....	53

3.8.3.1	Teste estresse térmico.....	54
3.8.3.2	Ciclo gela descongela.....	54
3.8.3.3	Fotoperíodo ou exposição luminosa.....	54
3.8.3.4	Sem exposição luminosa.....	54
3.8.4	Análises Físico-químicas dos Fitocosméticos.....	54
3.8.4.1	Análise espalhabilidade.....	54
3.8.4.2	Análise de densidade.....	55
3.8.4.3	Análise de centrifugação.....	55
3.8.4.4	Análise de pH.....	56
3.8.5	Avaliação Organoléptica.....	56
3.8.6	Análise Sensorial.....	56
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1	Obtenção dos Extratos das Três Espécies de <i>Euterpe</i>.....	57
4.2	Análise por Cromatografia em Camada Delgada (CCD).....	57
4.3	Ensaio Antioxidantes <i>in vitro</i>.....	61
4.3.1	Atividade Antioxidantes pelo Método de DPPH•• e ABTS•+.....	61
4.4	Testes Biológicos.....	62
4.4.1	Teste Quantitativo de Fenóis e Flavonóides Totais.....	62
4.5	Cromatógrafo Líquido Acoplado a Espectrômetro de Massas (UHPLC-MS/MS).....	64
4.5.1	Perfil das Polpas Liofilizadas de <i>E. precatória</i> e <i>E. oleracea</i> por Espectrometria de Massas.....	70
4.6	Análises dos Fitocosméticos.....	89
4.6.1	Testes de Estabilidade.....	89
4.6.2	Ensaio físico-químico.....	91
4.6.3	Análise Sensorial.....	94
	CONCLUSÃO.....	97
	REFERÊNCIAS.....	98
	ANEXOS.....	111

INTRODUÇÃO

No Brasil, encontra-se a Floresta Amazônica com a maior biodiversidade do mundo, oferecendo fauna e flora rica, possuindo em seu seio as mais variadas espécies nativas e exóticas do país, de acordo com botânicos, contém cerca de 16-20% das espécies que existem hoje. Ela possui frutíferas nativas, a qual são encontradas fontes fitoquímicas naturais, apreciadas pelo mercado nacional e internacional, claramente por serem ricas biologicamente, são utilizadas pelas indústrias para a produção de cosméticos, fitoterápicos, bebidas e muitos outros diferentes tipos de produtos (BURATTO et al., 2021; SOSA et al., 2019; PIRES et al., 2017).

Entre essas espécies, encontram-se as palmeiras do gênero *Euterpe*, típica da região amazônica, tendo o estado do Pará como o maior produtor e principal consumidor, destacando-se por possuir componentes bioativos que auxiliam a saúde humana, tendo um alto desempenho e potencial econômico (YOKOMIZO et al., 2020; NEVES et al., 2015; YAMAGUHI et al., 2015). Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a produção agrícola nacional de açaí aumentou para 1.4 milhão de toneladas no ano de 2021, sendo o Pará o estado com o maior número da produção, cerca de 1.3 milhão de toneladas do total nacional e o Amazonas com produção de pouco mais de 83 mil toneladas (IBGE, 2021).

Este gênero pertencente à família Arecaceae (Palmae), composto por aproximadamente 28 espécies, distribuídas das Antilhas a América do Sul, notadamente nas regiões com florestas tropicais, é uma espécie de clima tropical quente e úmido, não é exigente em solos, cresce em superfícies pobres e ácidas, desenvolvendo-se bem naqueles com maior fertilidade. Sendo constituído botanicamente de duas variedades, distintas pela coloração dos frutos (epicarpo) quando maduros, são elas: a violácea e a branca, esta denominada também de verde (OLIVEIRA et al., 2007; BENTES-GAMA et al., 2005; COSTA et al., 2001).

As espécies mais conhecidas e consumidas são *E. edulis*, *E. oleracea* e *E. precatória*, sendo as duas últimas encontradas predominantemente na região Norte. Do fruto do açazeiro é obtida a polpa de açaí em forma de suco ou vinho, é comumente consumido nessa localidade e em todo o território brasileiro, fazendo parte do cardápio da população amazônica. Suas polpas apresentam propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias com a presença de metabólitos bioativos, como as antocianinas, flavonoides e fenólicos. Nesse contexto, pesquisas relacionadas à quantificação, e diferenciação de compostos presentes nas espécies vêm sendo explorados, sugerindo novas alternativas de utilização, e possibilitando a geração de produtos biotecnológicos (BERTO et al., 2015; NEVES et al., 2015; KANG et al., 2011).

Diante do exposto, observa-se ainda que são poucos os estudos utilizando os mesmos parâmetros para a diferenciação química das três espécies mais conhecidas deste gênero. Este trabalho visa à investigação e caracterização química dos extratos obtidos de diferentes espécies do gênero *Euterpe* spp, sendo elas *E. precatoria* e *E. oleracea* e *E. oleracea* var. verde, em que serão realizadas análises físico-químicas dos extratos, e as propriedades de estabilidade e organolépticas dos fitocosméticos produzido.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

- Caracterizar quimicamente as diferentes polpas das espécies do gênero *Euterpe* (*E. precatoria*; *E. oleracea*; *E. oleracea* var. verde) para o uso biotecnológico.

1.2 Objetivos Específicos

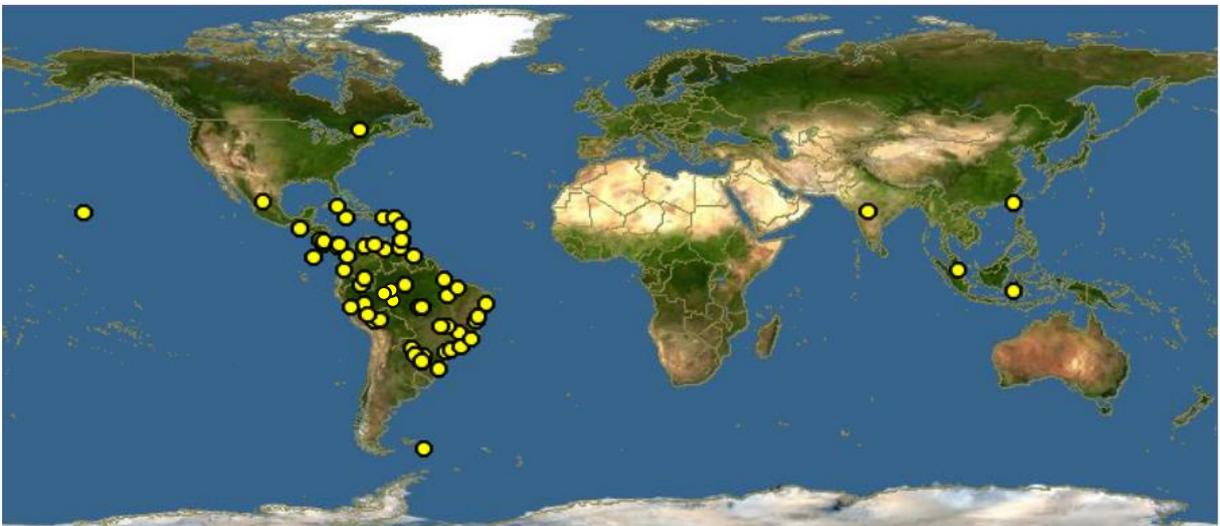
- Caracterizar quimicamente o perfil dos extratos de açaí por métodos cromatográficos espectrométricos;
- Analisar a atividade antioxidante frente aos radicais livres DPPH e ABTS e análise quantitativa de fenóis e flavonoides totais;
- Elaborar fitocosméticos a partir dos extratos glicólicos de *E. precatoria*; *E. oleracea*;
- Realizar as análises físico-químicas e sensoriais do produto elaborado;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diferentes tipos de açaí

Há registro de aproximadamente 28 espécies do gênero *Euterpe*, sendo no Brasil, a ocorrência de dez delas, sete distribuídas na Amazônia. No país destacam-se: *Euterpe oleracea*, *Euterpe precatoria* e *Euterpe edulis* entre as mais importantes socioeconomicamente, devido ao seu amplo uso comercial. Cada espécie possui diferentes nomes populares como: *E. oleracea* conhecida por “açaí-do-pará”, “açaí-de-touceira”, *E. precatoria* é usualmente chamada de “açaí solteiro”, “açaí solitário”, “açaí do Amazonas”, já a *E. edulis* comumente conhecida por “juçara” (OLIVEIRA et al., 2007; MATOS et al., 2017). A figura 1 a seguir destaca a distribuição mundial das espécies do gênero *Euterpe*.

Figura 1 - Distribuição das espécies do Gênero *Euterpe*



Fonte: <http://www.discoverlife.org>

A *E. oleracea*, de origem nativa da América Central e do Sul, é considerada a palmeira mais produtiva da região amazônica, é uma das espécies comerciais mais conhecidas, é nativa da Amazônia Oriental, nos Estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Tocantins; e em países da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname e Guiana) e da América Central (Panamá). No entanto, é na região do estuário do Rio Amazonas que se encontram as maiores e mais densas populações naturais dessa palmeira (BENTES-GAMA et al., 2005; NOGUEIRA et al., 2005; CEDRIM et al., 2018).

A *E. precatoria*, comum nas matas da Amazônia Ocidental (Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima), apresenta ocorrência natural em parte da América Central (Belize, Guatemala,

Honduras, Nicarágua, Costa Rica e Panamá) e da América do Sul (Colômbia, Venezuela, Trinidad, Guianas, Equador, Peru, Brasil e Bolívia), já a *E. edulis* tem ocorrência desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul, tendo predominância ao longo do litoral brasileiro (FÁVARO et al., 2021; CARTAXO et al., 2020; MORAIS et al., 2012).

E. oleracea Mart., palmeira cespitosa de caule tipo estipe, preferencialmente, agregado, formando grandes touceiras na fase adulta com até 25 perfilhos (brotações) por touceira em diferentes estágios de desenvolvimento, mas raramente ocorre exemplar de caule único, atingindo até 30 m de altura com 12 a 18 cm de diâmetro. *E. precatória* Mart., e *Euterpe edulis* Mart. possuem apenas um estipe, em geral, *E. precatória* Mart. é maior que as demais espécies, podendo variar entre 25 e 30 m de altura ou mais. O estipe é liso, cilíndrico, anelado, ereto, às vezes, encurvado, fibroso e sem ramificações (OLIVEIRA et al., 2017; NASCIMENTO, 2008).

As espécies do gênero *Euterpe* sustenta um capitel de 12 a 14 folhas pinadas, com longas bainhas superpostas, formando uma região colunar de cor verde-oliva, no extremo do estipe as folhas são compostas, pinadas com arranjo espiralado de 40 a 80 pares de folíolos em sua fase adulta. O sistema radicular é do tipo fasciculado, com raízes emergindo do estipe da planta adulta até 40 cm acima da superfície do solo. As raízes são superficiais e prolongam-se por cerca de 3,0 m a 3,5 m da base do estipe, em indivíduos com três anos, podendo, em plantas com mais de dez anos, atingir 5 m a 6 m de extensão (FURLANETO et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2017; NASCIMENTO, 2008).

Inicia a floração a partir do 4º ano de plantio. Quando bem manejada, pode iniciar a floração por volta de 2,5 anos do plantio. A inflorescência do tipo cacho possui flores estaminadas e pistiladas. A disposição das flores é ordenada em tríades, de tal forma que cada flor feminina fica ladeada por duas flores masculinas. Pode ser considerada uma planta hermafrodita, que possui, no mesmo indivíduo e na mesma inflorescência, flores unissexuais, com as femininas perfeitas e as masculinas apresentando pistilódio (FURLANETO et al., 2020; NASCIMENTO, 2008; COSTA et al., 2001).

O fruto do açazeiro é uma drupa globosa, com cerca de 1 a 2 cm de diâmetro e peso médio de 1,5 grama, ocorrendo variações de uma espécie para outra, o epicarpo, dependendo do tipo, é roxo ou verde na maturação. O mesocarpo polposo (1 mm de espessura) envolve o endocarpo volumoso e, duro que acompanha a forma do fruto e contém a semente em seu interior. Além dessas espécies, há também alguns tipos de açai que podem ser considerados eco tipos, ou seja, variações de espécies, seja elas genéticas ou adaptações ao meio ambiente. Podendo a coloração do mesocarpo ser encontrada em cor verde, amarela ou creme, comumente

referido como “açai-branco”, no entanto, sendo o tipo predominante o violáceo (MARTINS et al., 2021; NASCIMENTO, 2008).

Na Amazônia, as espécies têm sua produção com floração no período de janeiro a maio e frutificação de setembro a dezembro. Podendo haver períodos de frutificação o ano todo, em algumas populações endêmicas da região amazônica (SILVA et al., 2020; OLIVEIRA, 2007).

2.2 Utilização e importância bioeconômica

Do açazeiro aproveita-se todas as partes: frutos, folhas, raízes, tronco e cachos frutíferos, o açai é comumente consumido na forma de suco ou polpa, com ou sem adição de açúcares, frutas, cereais e farinhas, estas como: farinha de tapioca ou farinha amarela, e ainda é utilizado para a extração do palmito. Além de serem servidos como acompanhamento de pratos, são eles: peixe frito, carnes e inúmeros outros alimentos. Sua polpa também é utilizada na fabricação industrial e artesanal de sorvetes, cremes e geleias (ASSMANN et al., 2021; YAMAGUCHI et al., 2015).

O açazeiro também é empregado na medicina popular, suas plantas são aplicadas na medicina tradicional na região amazônica, representando a principal fonte para tratamento de doenças das populações rurais, ribeirinhas e urbanas, devido às influências culturais. O uso do açazeiro para este fim não difere, sendo utilizado em chás e infusões, as raízes e os talos das folhas são habitualmente utilizados contra dores musculares, picadas de cobra, no tratamento da malária, contra infecções hepáticas e renais. Suas folhas, para aliviar dores no peito, são aproveitadas também na fabricação de artesanatos, como: cestos, chapéu de palha, coberturas de casas, entre outros (MARTINOT et al., 2017; VEIGA et al., 2015).

Os extratos e óleos assumem um papel importante na composição de cosméticos, o óleo de açai é considerado um dos mais raros e valorizados da flora Amazônica. Possuindo em sua composição uma alta concentração de diferentes bioativos antioxidantes, indicados ao combate a radicais livres na pele e na prevenção do envelhecimento precoce. Rico em ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados, flavonoides e antocianinas. Ele se apresenta como um novo ativo cosmético, originário da floresta Amazônica, que oferece benefícios para a manutenção do equilíbrio cutâneo e interessantes aplicações nutracêuticas (LIRA et al., 2021; CASTRO et al., 2021).

O caroço corresponde a 85% do peso total do fruto, gerando um excesso de resíduos após o despulpamento. Em geral, este resíduo ainda é descartado inadequadamente, porém já se observa a utilização dos caroços e fibras na aplicação industrial, servindo para produção de

ração animal, fabricação de móveis e folhas de compensados, manuseado aplicado na indústria automobilística, placas acústicas. Além de ser usado na geração de vapor, carvão vegetal, adubo orgânico e energia térmica em olarias. Essas são alternativas sustentáveis para o processamento dos caroços. Sendo que recentemente também foram utilizados na fabricação de um saboroso café de açaí, passando pelo processo de torrificação e moagem, a bebida desse caroço tem como finalidade atender um mercado em que pessoas por algum motivo não podem ingerir cafeína (SILVA et al., 2021c; COSTA et al., 2020; BARBOSA et al., 2019).

As sementes ainda são muito utilizadas na maioria pelas mulheres locais rurais e de comunidades indígenas para a produção artesanal de biojóias, gerando uma fonte de renda na economia familiar. Elas são tratadas pelas mãos das artesãs de modo que ao final se tenha um produto de qualidade e duradouro, são eles: colares, pulseiras, brincos e inúmeros enfeites e adereços. Sendo o público local e demais regiões próximas que absorvem a produção desses produtos, por ser um hábito cultural da região utilizá-los como forma de presente e acessório. Além disso, pessoas externas, especificamente turistas, os enxergam como algo inovador e diferenciado que acaba atraindo a atenção deles para a compra (MENDES et al., 2020; OLIVEIRA; GARCIA, 2021).

O Amazonas é o segundo maior produtor nacional, perdendo apenas para o Estado do Pará, que abastece o mercado local, a produção do açaí no interior do Amazonas é exportada para quase todos os estados brasileiros e para países da Europa, como França e Suíça. Destaca-se por seus recursos biológicos, que chamam a atenção das indústrias para o aproveitamento e consumo dos frutos e do palmito das espécies deste gênero. Sua polpa representa 15% do volume total do fruto, sendo aplicada para a produção de inúmeros produtos no setor comercial, agregando um alto valor econômico no mercado (inter)nacional (SILVA et al., 2021a; FURLANETO et al., 2020).

Estas espécies têm alto potencial econômico, pela exportação dos seus frutos, sendo estes utilizados na produção de bebidas energéticas. O suco de açaí tem sido cada vez mais valorizado mundialmente, devido aos seus compostos bioativos e efeitos promotores da saúde. Sua polpa tem sido objeto de estudos em função do valor nutritivo, sendo considerado um alimento nutracêutico face ao elevado teor de substâncias bioativas (SILVEIRA et al., 2019; YAMAGUCHI et al., 2015b; COSTA et al., 2013).

Devido o fruto possuir abundância de antocianinas, sendo está uma das principais características, também podem ser exploradas comercialmente como aditivo alimentar ou corante cosmético. Além disso, a extração de antocianinas da polpa de açaí aparenta ser uma solução promissora para preparações farmacêuticas e alimentícias, pela simplicidade de

composição e facilidade de controle de qualidade (VANNUCHI et al. 2021; SILVA et al., 2019).

Foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre o aproveitamento de subprodutos do açaí no desenvolvimento de novos produtos. No ANEXO 1 pode-se encontrar a primeira folha do artigo, publicado pela revista A Flora em 2021, como artigo de capa.

2.3 Componentes bioativos do gênero *Euterpe* spp

As espécies de açaí apresentam sabores exóticos e constituintes químicos semelhantes, denotam também benefícios à saúde em relação a sua composição química, devido a uma ampla gama de atividades biológicas relacionadas a este gênero. Além de ser um fruto altamente energético, devido ao seu alto teor de lipídios, do mesmo modo expõem carboidratos e proteínas que contribuem para o seu valor calórico, e ainda é constituído por compostos bioativos, como os polifenóis, que inclui a classe dos flavonoides, destacando-se as antocianinas (SILVA et al., 2019; CEDRIM et al., 2018).

A tabela 1 e 2 a seguir reúne estudos quantitativos referentes à composição centesimal e componentes minerais dos frutos das espécies de *Euterpe* spp.

Tabela 1 - Composição centesimal em g/100 g de amostra do fruto

	Parte utilizada	<i>E. oleracea</i>	<i>E. oleracea</i> var. verde	<i>E. precatoria</i>	<i>E. edulis</i>	Referências
Carboidrato totais	Polpas (base úmida)	7,77 ± 0,09	5,33	-	6,27 6,75 ± 0,72	Ribeiro et al., 2011. Silva et al., 2013. Costa et al., 2015.
	Sementes (base seca)	81,24	-	-	-	Gordon et al., 2012. Barros et al., 2020.
	Polpa (base seca)	42,53 ± 0,12 36 ± 4	-	64,26 ± 1,65	-	Alves et al., 2022. Menezes et al., 2008. Couto et al., 2007.
Cinzas	Polpas (base úmida)	0,68 ± 0,02	0,83	-	0,38 ± 0,02 0,40 ± 0,06	Ribeiro et al., 2011. Menezes et al., 2008. Silva et al., 2013. Costa et al., 2015.
	Polpa (base seca)	3,68 ± 0,08 4 ± 0	-	2,36 ± 0,25	-	Gordon et al., 2012. Melo et al., 2021.
	Sementes (base seca)	1,36 ± 0,01 1,3	-	-	-	Barros et al., 2020. Alves et al., 2022. Couto et al., 2007.
Lipídios	Polpas (base úmida)	6,12 ± 0,10	4,69	-	4,36 ± 0,55 3,17 ± 0,70	Ribeiro et al., 2011. Silva et al., 2013. Costa et al., 2015.
	Polpa (base seca)	40,75 ± 2,75 48 ± 4	-	25,12 ± 1,54	-	Gordon et al., 2012. Melo et al., 2021. Barros et al., 2020.
	Sementes (base seca)	2,75 ± 0,01 1,7	-	-	-	Menezes et al., 2008. Alves et al., 2022. Couto et al., 2007.
pH	Polpa (base úmida)	-	-	4,87 ± 0,14	4,84	Ribeiro et al., 2011. Alves et al., 2022.
Proteínas	Polpa (base úmida)	1,59 ± 0,04	0,49	-	0,09 ± 0,00 0,25 ± 0,05	Ribeiro et al., 2011. Menezes et al., 2008. Silva et al., 2013.
	Polpa (base seca)	8,13 ± 0,63 12 ± 0	-	8,26 ± 0,39	-	Costa et al., 2015. Gordon et al., 2012. Barros et al., 2020.
	Semente (base seca)	4,89 ± 0,03 6,7	-	-	-	Melo et al., 2021. Alves et al., 2022. Couto et al., 2007.
Umidade	Polpa (base úmida)	83,82 ± 0,04	89,06	39,80 ± 0,57	88,90 ± 0,26 89,43 ± 2,38	Ribeiro et al., 2011. Menezes et al., 2008. Silva et al., 2013.
	Polpa (base seca)	4,92 ± 0,12	-	-	-	Couto et al., 2007. Costa et al., 2015.
	Sementes (base seca)	7,91 ± 0,01 9,06	-	-	-	Barros et al., 2020. Melo et al., 2021. Alves et al., 2022. Couto et al., 2007.

Fonte: Autor (2022).

Tabela 2 - Composição mineral em mg/100 g de amostra do fruto

	Parte utilizada	<i>E. oleracea</i>	<i>E. precatoria</i>	<i>E. edulis</i>	Referências
Fósforo	Polpa (base úmida)	-	-	1400,00 ± 140 5,2 ± 1,0	Silva et al., 2013. Ribeiro et al., 2011.
	Polpa (base seca)	186 ± 1,5	75,88 ± 0,72	-	Gordon et al, 2012. Alves et al, 2022.
Potássio	Polpa (base úmida)	-	-	1153,00 ± 380 94,8 ± 11,12	Silva et al., 2013. Ribeiro et al., 2011.
	Polpa (base seca)	930 ± 9,9	659,24 ± 125,83	-	Gordon et al., 2012. Alves et al., 2022.
Cálcio	Polpa (base úmida)	-	-	1100 ± 80 4,3 ± 1,0	Silva et al., 2013. Ribeiro et al., 2011.
	Polpa (base seca)	423 ± 1,2 462 ± 280	385,59±7,18	-	Gordon et al., 2012. Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Magnésio	Polpa (base úmida)	-	-	1030 ± 90	Silva et al., 2013. Gordon et al., 2012.
	Polpa (base seca)	172 ± 0,3 317 ± 168	211,46 ± 7,18	-	Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Enxofre	Polpa (base úmida)	-	-	1400,00 ± 80	Silva et al., 2013.
	Polpa (base seca)	-	497,54 ± 16,17	-	Alves et al., 2022.
Ferro	Polpa (base úmida)	-	-	69,10 ± 6,95 46,6 ± 1,5	Silva et al., 2013. Ribeiro et al., 2011.
	Polpa (base seca)	7,8 ± 02 17,8 ± 12,8	5,61 ± 0,06	-	Gordon et al., 2012. Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Manganês	Polpa (base úmida)	-	-	35,55 ± 0,25	Silva et al., 2013. Gordon et al., 2012.
	Polpa (base seca)	13,3 ± 0,1 45 ± 30	43,53 ± 0,402	-	Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Cobre	Polpa (base úmida)	-	-	14,50 ± 0,78	Silva et al., 2013.
	Polpa (base seca)	2,11 ± 0,91	2,10 ± 0,00	-	Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Zinco	Polpa (base úmida)	2,1 ± 0,0	-	28,67 ± 3,22	Silva et al., 2013. Gordon et al., 2012.
	Polpa (base seca)	2,1 ± 0,0 3,7 ± 1,7	2,84 ± 0,06	-	Alves et al., 2022. Santos et al., 2014.
Boro	Polpa (base úmida)	-	-	9,20 ± 0,59	Silva et al., 2013.
Alumínio	Polpa (base úmida)	-	-	78,35 ± 6,35	Silva et al., 2013.
Cobalto	Polpa (base úmida)	-	-	172,50 ± 5,50	Silva et al., 2013.
Sódio	Polpa (base úmida)	-	-	19,3 ± 6,0	Ribeiro et al., 2011.
	Polpa (base seca)	6,8 ± 0,7	-	-	Gordon et al., 2012.

Fonte: Autor (2022).

Além disso, é um fruto rico em vitaminas (A, B1, B2, B3, C e E), α -tocoferóis, fibras, íons e ácidos graxos monoinsaturados (oleico), palmítico, linoleico; carotenoides e compostos

fenólicos, como: catequina; quercetina; ácido gálico; rutina; ácido cumárico; ácido ferúlico; ácido clorogênico; ácido quínico; ácido cafeico; cianidina-3-O-glucosídeo e cianidina-3-O-rutinosídeo (ASSMANN et al., 2021; FERREIRA et al., 2021; VANNUCHI et al., 2021; BARBOSA et al., 2020; LIZ et al., 2020; YAMAGUCHI & SOUZA, 2020; SCHULZ et al., 2020).

Acredita-se que o alto teor de polifenóis, principalmente flavonoides, proporcione diversos efeitos promotores da saúde ao fruto do açaí, incluindo propriedades anti-inflamatórias, imunomoduladoras, antinociceptivas e antioxidantes, entre outras. Os flavonoides são constituídos de uma grande classe de compostos polifenólicos contendo baixa massa molecular, que possuem um esqueleto de 15 carbonos constituídos por dois anéis de benzeno, ligados por um anel de pirano heterocíclico. Dividido em subclasses, sendo as principais: flavonas, flavonóis, chalconas, auronas, flavanonas, flavanas, antocianidinas, leucoantocianidinas, proantocianidinas, isoflavonas e neoflavonoides (OLIVEIRA et al., 2021a; CERDRIM et al., 2018; DORNAS et al., 2007).

As antocianinas, um dos principais compostos fenólicos presente, responsáveis por atuarem nos inibidores do processo de oxidação, ocasionados pelos radicais livres e compostos oxidantes. Esses compostos apresentam certa instabilidade, tornando a extração, armazenamento e processamento procedimentos complexos, além de serem sensíveis a fatores como temperatura, luz e pH. Estudos revelam a alta concentração desse composto em espécies do gênero *Euterpe* spp, conferindo uma coloração escura, sugerindo que as antocianinas e compostos fenólicos de frutos e vegetais podem ser extraídos usando tecnologias emergentes, como extração assistida por ultrassom (OLIVEIRA et al., 2020; SILVA et al., 2019).

Pesquisadores puderam realizar a caracterização físico-química e quantificar os compostos bioativos, identificando as principais antocianinas e os conteúdos fenólicos nas amostras de polpa de juçara. Em outro estudo, foram verificados o perfil fitoquímico do extrato hidroalcoólico do açaí roxo, que revelou a presença de níveis significativos de antocianinas, principalmente cianidina-3-O-rutinosídeo e outros flavonoides com efeitos promissores para a saúde. Além da composição fitoquímica de extratos de açaí parcialmente purificado, em que foram realizadas análises por UHPLC constataram compostos fenólicos, sendo o principal composto as antocianinas (COSTA et al., 2021; MADALÃO et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021b).

E ainda, estudos das espécies deste gênero expressam maiores valores de compostos fenólicos totais. Além de revelar resultados notáveis de fontes de compostos bioativos, flavonoides e ácidos fenólicos de interesse industrial. Estudos tratados com técnicas de

cromatografia líquida, de fase reversa, de ultra-alto desempenho com detecção de matriz de fotodiodo (RP-UHPLC-PDA) e espectrometria de massa de múltiplos estágios de ionização por eletropulverização (HESI) (MSn), em que determinaram a composição de compostos fenólicos. Mostrando ainda que o açaí colombiano tem um perfil polifenólico mais diversos do que o açaí brasileiro (STAFUSSA et al., 2021; STAFUSSA et al., 2018; GARZÓN et al., 2017).

2.4 Atividades biológicas de *Euterpe* spp

As polpas, raízes, caules e sementes já vêm demonstrando a presença de substâncias de alto valor para a saúde humana, além disso, suas substâncias podem prevenir e/ou inibir doenças, sendo causadas principalmente pela ação de radicais livres. As atividades benéficas dessas fontes alimentares estão possivelmente relacionadas a inúmeras moléculas bioativas (ASSMANN et al., 2021). A tabela 3 a seguir mostra os inúmeros potenciais desse fruto para a saúde:

Tabela 3 - Principais atividades biológicas encontradas do gênero *Euterpe*

Espécies	Parte utilizada	Método de Ensaios	Efeitos Biológicos	Referências
<i>E. edulis</i> Mart.	Suco	FRAP TEAC <i>In vivo</i>	antioxidante; anti-inflamatório;	Oliveira et al., 2021c. Liz et al., 2020.
	Polpa (extrato)	DPPH ABTS•+ <i>In vivo</i>	antioxidante; anti-inflamatório;	Maladão et al., 2021. Garcia et al., 2019. Mendes et al., 2021.
		<i>In vitro</i>	neuroprotetores;	Schulz et al., 2019.
<i>E. oleracea</i> Mart.	Suco	<i>In vivo</i>	antioxidantes; anti-ansiedade; antiestresse;	Arrifano et al., 2018. Monteiro et al., 2015. Silva et al., 2018.
		<i>In vitro</i>	anticonvulsivantes; antileishmania; neuroprotetores;	Machado et al., 2016. Liz et al., 2020. Monteiro et al., 2019.
	Sementes (extrato)	<i>In vivo</i>	Antinociceptivos; anti-inflamatório;	Monteiro et al., 2021. Silva et al., 2021b.
		<i>In vitro</i>	antioxidantes; anticâncer;	Bem et al., 2020. Dias et al., 2014. Sudo et al., 2015.
	Polpa (extrato)	<i>In vivo</i>	antioxidantes antienvelhecimento; gastroprotetor;	Cadoná et al., 2021. Fernandes et al., 2021. Souza et al., 2020. Cury et al., 2020.
		<i>In vitro</i>	antineuroinflamatório; antiangiogênica; anti-inflamatório; antienvelhecimento;	Costa et al., 2021. Lane et al., 2021. Sun et al., 2010. Petruk et al., 2017. Katz-Jaffe et al., 2020.
Óleo	<i>In vitro</i>	regenerativo; anti-inflamatório; antioxidantes	Mouro et al., 2020. Magalhães et al., 2021.	
<i>E. precatoria</i> Mart.	Polpa (extrato)	<i>In vitro</i>	antioxidantes; antienvelhecimento; neuroprotetores	Peixoto et al., 2016. Poulose et al., 2014.

Fonte: Autor (2022).

Efeitos antiangiogênicas

Costa et al. (2021), visando investigar o perfil fitoquímico de um extrato hidroetanólico de açaí roxo, obtido a partir de um suplemento dietético comercial em pó, e avaliar seus efeitos *in vitro* em diferentes efeitos angiogênicos, obtiveram os seguintes resultados. O perfil fenólico revelou a presença significativa de antocianinas, principalmente cianidina-3-O-rutinosídeo e outros flavonoides. Os estudos *in vitro* demonstraram que o extrato hidroetanólico do açaí exerce atividade antiangiogênica sem efeito citotóxico, e ainda conseguiu diminuir o potencial de migração e invasão de HMEC-1, bem como inibir a formação de estruturas semelhantes a capilares.

Efeitos antienvelhecimentos

Quando a polpa de *E. oleracea* rica em ativos antioxidantes foi testado na modulação do tempo de vida em *Drosophila melanogaster*. Observaram que a suplementação de açaí a 2% na ração, aumentou a vida útil das moscas fêmeas alimentadas com uma dieta rica em gordura, em comparação com o controle não suplementado.

O açaí tem potencial para antagonizar o efeito prejudicial da gordura na dieta e aliviar o estresse oxidativo no envelhecimento. Isso sugere que ele melhora a sobrevivência de moscas alimentadas com uma dieta rica em gordura, através da ativação de vias de resposta ao estresse e supressão da expressão de Pepck. Diante disso, outro estudo mostra que o extrato metanol/água indicam, pela primeira vez, que o açaí é uma valiosa fonte natural de malvidina e cianidina para serem usadas como moléculas antiestresse, e representam bons candidatos para intervenção dietética na prevenção de danos a pele relacionados à idade (PETRUK et al., 2017; PEIXOTO et al., 2016; SUN et al., 2010).

Em um estudo preliminar in vivo com camundongos, e o objetivo de determinar os efeitos moleculares da intervenção antioxidante nos ovários e oócitos de camundongos idosos, utilizando um suplemento contendo apenas açaí natural (*Euterpe oleracea*). Realizou-se teste em camundongos idosos, utilizando um suplemento contendo apenas açaí natural com capacidade de absorção de radicais de oxigênio de 208.628 μmol Trolox equivalente (TE) /100 g indicando alta atividade antioxidante. Os resultados preliminares indicam resultados promissores para pacientes com idade materna avançada (KATZ-JAFFE et al., 2020).

Efeitos antidepressivos e anti ansiedade

Em avaliação sobre os efeitos antidepressivos e antienvelhecimento do açaí *E. oleracea* Mart. em camundongos, apenas quatro doses de E.O. foram suficientes para demonstrarem um efeito antidepressivo em diferentes níveis de análise (comportamental, celular, bioquímico e molecular). O efeito antidepressivo do E.O. foi semelhante ao da imipramina, sendo associado a efeitos antioxidantes e antienvelhecimento (prevenindo a peroxidação lipídica e aumentando a expressão de mRNA TERT, respectivamente), nas três principais regiões cerebrais envolvidas. Em outro estudo para avaliar o efeito do extrato de semente de *Euterpe oleracea* (açaí) na ansiedade, induzida pela separação materna periódica em ratos machos adultos, tiveram como resultados positivos, os efeitos de anti ansiedade e antioxidante no estresse precoce (BEM et al., 2020; MONTEIRO et al., 2019).

Efeito antioxidante

Em pesquisa para a verificação da capacidade antioxidante, determinada pelos métodos ABTS•+ e DPPH, ambos renderam um extrato e, que ela foi aumentada pelo uso de ondas ultrassônicas, a extração de compostos fenólicos diminuiu quando ondas ultrassônicas foram usadas. Uma possível razão para isso é que o fruto *E. edulis* pode conter outros compostos não fenólicos que podem contribuir para sua capacidade antioxidante. Em um estudo com o objetivo de determinar o impacto do tratamento antioxidante sistêmico em camundongos idosos, foram testados nesses animais fêmeas CF-1, sendo envelhecidos por 9 meses antes de um suplemento diário de 45 mg de *Euterpe oleracea* (açai) por 8 semanas. O tratamento com açai induziu um aumento de três vezes no poder antioxidante sérico (FRAP) em comparação com camundongos jovens e idosos ($p < 0,0001$), melhorando assim a diminuição da competência oocitária que ocorre com o envelhecimento ovariano. Além disso, estudos revelam a presença de atividades antioxidantes na espécie de *E. precatoria* (LANE et al., 2021; MADALÃO et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2021c; PEIXOTO et al., 2016).

Quando estudados os sucos de *E. oleracea* e *E. edulis* em melhoramento dos níveis de HDL-c e a defesa antioxidante, em um estudo cruzado randomizado por 4 semanas. Resultados indicam um impacto positivo do consumo regular de sucos de açai e juçara nos níveis de HDL-c, bem como nas atividades de enzimas antioxidantes, que podem contribuir para a saúde cardiovascular (LIZ et al., 2020).

Efeitos neuroprotetores e anticonvulsivantes

O suco clarificado de *Euterpe oleracea* (E.O.) mostrou propriedades anticonvulsivantes semelhantes ao diazepam em um modelo in vivo com pentilenotetrazol, um bloqueador do receptor GABA A. Os resultados demonstraram pela primeira vez que o E. O. pode melhorar a neurotransmissão GABAérgica por meio de interações com o receptor GABA A e modulação da captação de GABA. E ainda, estudos sugerem que o extrato de *E. edulis* como promissor para a redução do risco de doenças neurodegenerativas, teste feito contra a ocitose induzida por glutamato em células HT22. Além disso, o suco do açai também pôde prevenir completamente a peroxidação lipídica no córtex cerebral, mostrando uma potente propriedade de eliminação direta. Esses resultados demonstram pela primeira vez que *E. oleracea* protege significativamente contra convulsões e estresse oxidativo relacionado a convulsões, indicando uma proteção adicional para humanos que consomem essa fruta (SCHULZ et al., 2019; ARRIFANO et al., 2018; MONTEIRO et al., 2015).

Outro estudo analisou o potencial efeito neurofarmacológico in vitro do extrato de *E. oleracea* na modulação da função mitocondrial e metabolismo oxidativo. Os resultados mostraram que o extrato de açai pode potencialmente aumentar a quantidade de proteína e a

atividade enzimática do complexo mitocondrial I. Ele também foi capaz de diminuir os níveis de espécies reativas de oxigênio nas células e a peroxidação lipídica. Em comparação com extratos de *E. precatoria* e *E. oleracea* quando aplicados em células neuronais primárias do hipocampo de rato (E18), causando uma recuperação significativa ($P < 0,05$) de células cerebrais despolarizadas da dopamina influxo de Ca^{2+} induzido. Os extratos de açaí ativaram a fosforilação do alvo mamífero da rapamicina, aumentaram o turnover de autofagossomos e MAP1 B LC3-II e diminuíram o acúmulo de LC3-ubiquitina ligando P62/SQSTM1. O estudo adiciona evidências crescentes que apoiam os supostos efeitos à saúde das espécies de açaí nas células cerebrais (MACHADO et al., 2016; POULOSE et al., 2014).

Efeitos anti-inflamatórios

A partir de uma análise preliminar, o extrato do açaí na dose de 5 mg/mL apresentou maior atividade contra a inflamação desencadeada por OLZ (0,03 $\mu\text{g/mL}$), sugerindo que o extrato pode ser útil na atenuação dos estados inflamatórios periféricos estimulados pela OLZ. Além disso, os efeitos do extrato hidroalcoólico da semente de açaí foram investigados em modelo de colite aguda induzida por TNBS (ácido 2,4,6-trinitrobenzenossulfônico) em ratos. Em que 100 mg/kg do extrato reduziu significativamente a expressão induzida por TNBS do TLR4, COX-2 e NF- κ B p65, melhorou parâmetros macroscópicos e histológicos, inflamação, integridade da barreira intestinal e estresse nítrico e oxidativo pela via TLR-4/COX-2/NF- κ B (MONTEIRO et al., 2021; FERNANDES et al., 2021).

Em estudos com o óleo de *E. oleracea* in vivo obtiveram resultados positivos para o melhoramento de edema da pata de camundongos, o óleo induziu uma redução da inflamação local, mostrando uma diminuição de 37% no volume do edema e uma redução da atividade da mieloperoxidase (MPO) em aproximadamente 42%. Nesse teste, apenas o complexo de inclusão EOO- β CD-K foi utilizado por apresentar uma melhor complexação em estudos de caracterização anteriores, além de apresentar importante capacidade sequestrante de radicais hidroxila e poder redutor. Com a espécie de *E. edulis* em um ensaio randomizado cruzado, investigaram os efeitos do suco do juçara em resposta inflamatória em indivíduos fisicamente ativos. Com a ingestão atenuou a resposta anti-inflamatória, possivelmente resultante de menos estresse muscular (MAGALHÃES et al., 2021; MENDES et al., 2021).

A caracterização do extrato de açaí revelou 10 moléculas bioativas. O extrato reduziu a proliferação celular, a produção de ROS e reduziu a expressão de citocinas pró-inflamatórias e da proteína caspase 1 abaixo de 1 $\mu\text{g/mL}$ em células de microglia BV-2 ativadas por LPS, mas não teve efeito na liberação de DNA de fita dupla. Esses resultados sugerem que o extrato hidroalcoólico de açaí liofilizado apresenta alto potencial antineuroinflamatório. Estudos

sugerem que o açaí pode ser um agente potencial para tratar ou prevenir doenças neuropsiquiátricas relacionadas à neuroinflamação. As células primed e ativadas apresentaram níveis aumentados de NLRP3, caspase-1 e IL-1 β , enquanto os tratamentos com açaí, Li e orientina reverteram esse comprometimento. Descobriram que açaí, Li e orientina foram tratamentos profiláticos eficazes. O tratamento preventivo com Li e orientina foi incapaz de evitar a superexpressão de IL-1 β em comparação com o controle positivo. No entanto, a orientina regulou negativamente o NLRP3 e a caspase-1. Por fim, as células preparadas e ativadas prejudicaram a produção de ATP, o que foi impedido pelo pré-tratamento com açaí, Li e orientina (CADONÁ et al., 2021; SOUZA et al., 2020).

Efeitos antileishmania

Estudos demonstraram que o *Euterpe oleracea* tem atividade leishmanicida contra duas espécies diferentes que causam leishmaniose visceral e cutânea americana, sem efeitos citotóxicos para a célula hospedeira (SILVA et al., 2018).

Efeitos Antimicrobiano

Com o objetivo de desenvolver complexos compostos de óleo de *Euterpe oleracea* Mart (EOO) e β -ciclodextrina (β -CD) ou hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP- β -CD) por amassamento (KND) ou pasta (SL), teve como resultado, a resposta modulatória de EOO e EOO- β -CD preparados por KND, bem como de EOO- β -CD e EOO-HP- β -CD preparados por SL mostraram um efeito sinérgico com ampicilina contra *E. coli*, enquanto não foi significativo com os demais medicamentos testados, mantendo a resposta biológica dos antibióticos. A resposta antimicrobiana apresentada pelos complexos é de grande importância, ao subsidiar estudos para o desenvolvimento de novas formas farmacêuticas (MAGALHÃES et al., 2020).

Efeitos Antinociceptivos

Em pesquisa na qual os efeitos antinociceptivos do extrato da semente de *E. oleracea* Mart. (ASE) foi testada em camundongos, a administração oral de do extrato (30, 100 ou 300 mg.kg(-1)) reduziu de forma dose-dependente as respostas nociceptivas à dor aguda/inflamatória. Além disso, o ASE reduziu as fases neurogênica e inflamatória após injeção intraplantar de formalina. O ASE mostrou efeito antinociceptivo significativo por meio de um mecanismo de ação multifatorial, indicando que o extrato pode ser útil no desenvolvimento de novas drogas analgésicas (SUDO et al., 2015).

Efeito anticâncer

Estudos sugerem que o extrato da semente de açaí de *E. oleracea* tem alta capacidade citotóxica e pode induzir autofagia, aumentando a produção de EROs no câncer de mama. O extrato de semente de açaí apresentou efeitos citotóxicos contra MCF-7, induziu

alterações morfológicas na linhagem celular por autofagia e aumentou a via de produção de EROs. Em outro estudo, cujo objetivo foi avaliar a atividade de inibição do crescimento celular do extrato polifenólico de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) contra células cancerígenas de cólon HT-29 e SW-480 e as células não malignas de fibroblastos de cólon CCD-18Co. Os resultados mostraram que o extrato polifenólico de açaí (5-20 mg/L) inibiu preferencialmente o crescimento de células SW-480 sem toxicidade em células CCD-18Co. A pesquisa também sugere fortemente que o extrato polifenólico de açaí possui atividades anti-inflamatórias e citotóxicas em células de câncer de cólon, podendo ser eficaz como agentes quimiopreventivos naturais do câncer de cólon (SILVA et al., 2021b; DIAS et al., 2014).

Efeito regenerativo e gastroprotetor

Os frutos de *Euterpe oleracea* são conhecidos por serem ricos em óleos, contendo triacilglicerol e compostos fenólicos, resultados de um estudo feito com camundongos Swiss machos adultos, em que foram tratados com CdCl₂ solução aquosa (4,28 mg/kg) por gavagem durante 7 dias, em que grupos experimentais foram tratados com óleo de *Euterpe oleracea* nas doses de 50, 100 e 150 mg/kg, por 42 dias, mostram que o óleo do açaí teve resultados positivos quando usados para neutralizar os efeitos do Cd no testículo. O óleo de *E. oleracea* apresentou efeito regenerativo no parênquima testicular afetado negativamente pelo Cd. Estudos sugerem ainda o uso do extrato seco da polpa de *E. oleracea* para uma ação gastroprotetora, o efeito do extrato seco de açaí foi avaliado contra úlcera gástrica induzida por etanol em ratos. Sua capacidade de regular as defesas antioxidantes e reduzir os parâmetros inflamatórios foi avaliada nos tecidos ulcerados, em que reduziu a inflamação e manteve o equilíbrio oxidativo da mucosa gástrica (CURY et al., 2020; MOURO et al., 2020).

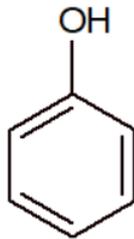
Observa-se que muitos estudos e pesquisas recentes sugerem o uso de espécies do gênero *Euterpe* spp, com o indicativo de inúmeros efeitos biológicos ativos, para tratamento e prevenção de doenças, em que se destaca a espécie do *E. oleracea* abundante na região Norte do Brasil.

2.5 Fenóis e Flavonoides

Os compostos fenólicos têm uma grande distribuição na natureza, e vários deles já foram identificados em pesquisas. Podem ser divididos em dois grupos: os flavonoides e os não flavonoides, sendo que ambos são metabólitos secundários presentes em frutos e vegetais. São os principais compostos que estão presentes nas grandes classes de fitoquímicos alimentares. Alguns compostos fenólicos não se apresentam de forma livre nos tecidos vegetais, sendo os

que estão sob a forma de polímeros, como os taninos e as ligninas. Sua fórmula química contém pelo menos um anel aromático, unindo uma (ou mais) hidroxila(s) (Figura 2). Os compostos fenólicos são multifuncionais como antioxidantes, pois combatem os radicais livres de várias formas, através da doação de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila (OH) da sua estrutura aromática (SUCUPIRA et al., 2012; SOARES, 2002).

Figura 2 – Estrutura básica presente nos compostos fenólicos

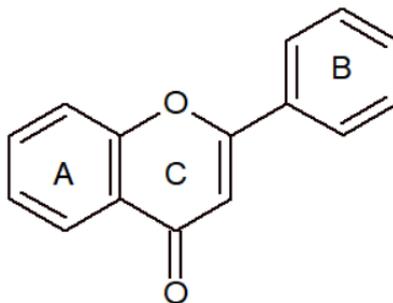


Fonte: Autor (2022).

Os flavonoides são compostos pela união de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético. A maioria dos compostos fenólicos é responsável pela coloração vermelha/azul de frutos, especialmente os derivados, como as antocianinas, os flavonóis, as catequinas e os taninos. O que proporciona uma grande variedade de efeitos biológicos benéficos à saúde humana, incluindo as ações antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobiana, dentre outras já mencionadas (SILVA et al., 2010; DEGÁSPAR & WASZCZYNSKYJ, 2004).

Os flavonoides possuem uma estrutura molecular básica constituída por C₆-C₃-C₆, sendo os compostos mais diversificados da classe dos vegetais. Sua estrutura básica está relacionada em um núcleo fundamental (Figura 3), sendo dois anéis fenólicos substituídos (A e B) e um pirano (cadeia heterocíclica C) acoplado ao anel A (SOARES, 2002).

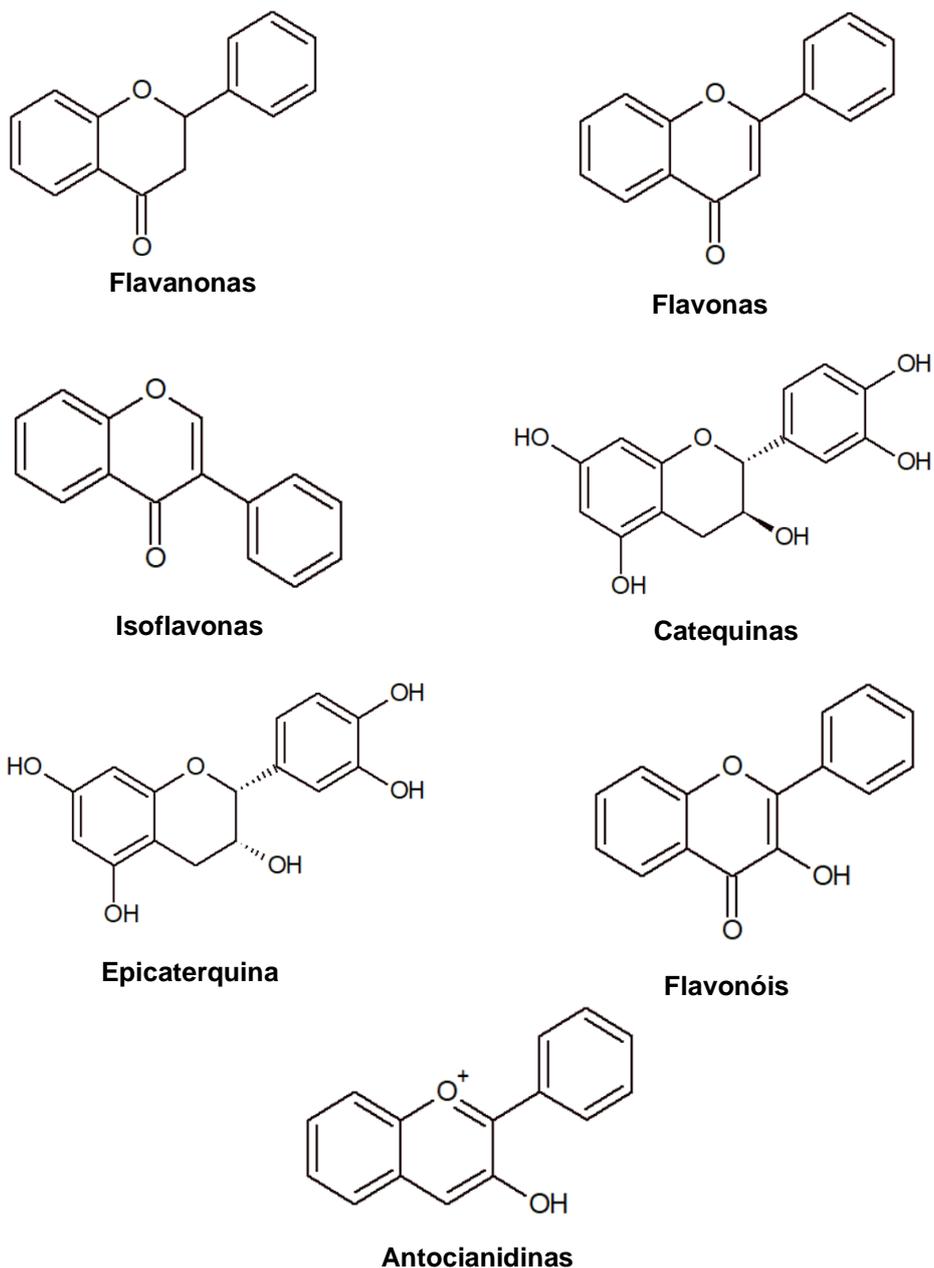
Figura 3 - Núcleo fundamental dos flavonoides



Fonte: Autor (2022).

As substituições no anel C resultam em classes de flavonoides, tais como: flavonóis, flavonas, flavononas, flavonóis (ou catequinas), isoflavonas e antocianidinas. Os anéis A e B produzem diferentes compostos dentro de cada classe de flavonoides (Figura 4). A estrutura e a função dos flavonoides podem variar de acordo com sua substituição. Esse tipo de alteração estrutural é relevante para modificar a polaridade, toxicidade, solubilidade e direcionamento intracelular dos flavonoides (HENRIQUE & LOPES, 2017; BERNARDES et al., 2010; SOARES, 2002).

Figura 4 – Principais classes de flavonoides



Fonte: Autor (2022).

2.6 Técnicas de Análises

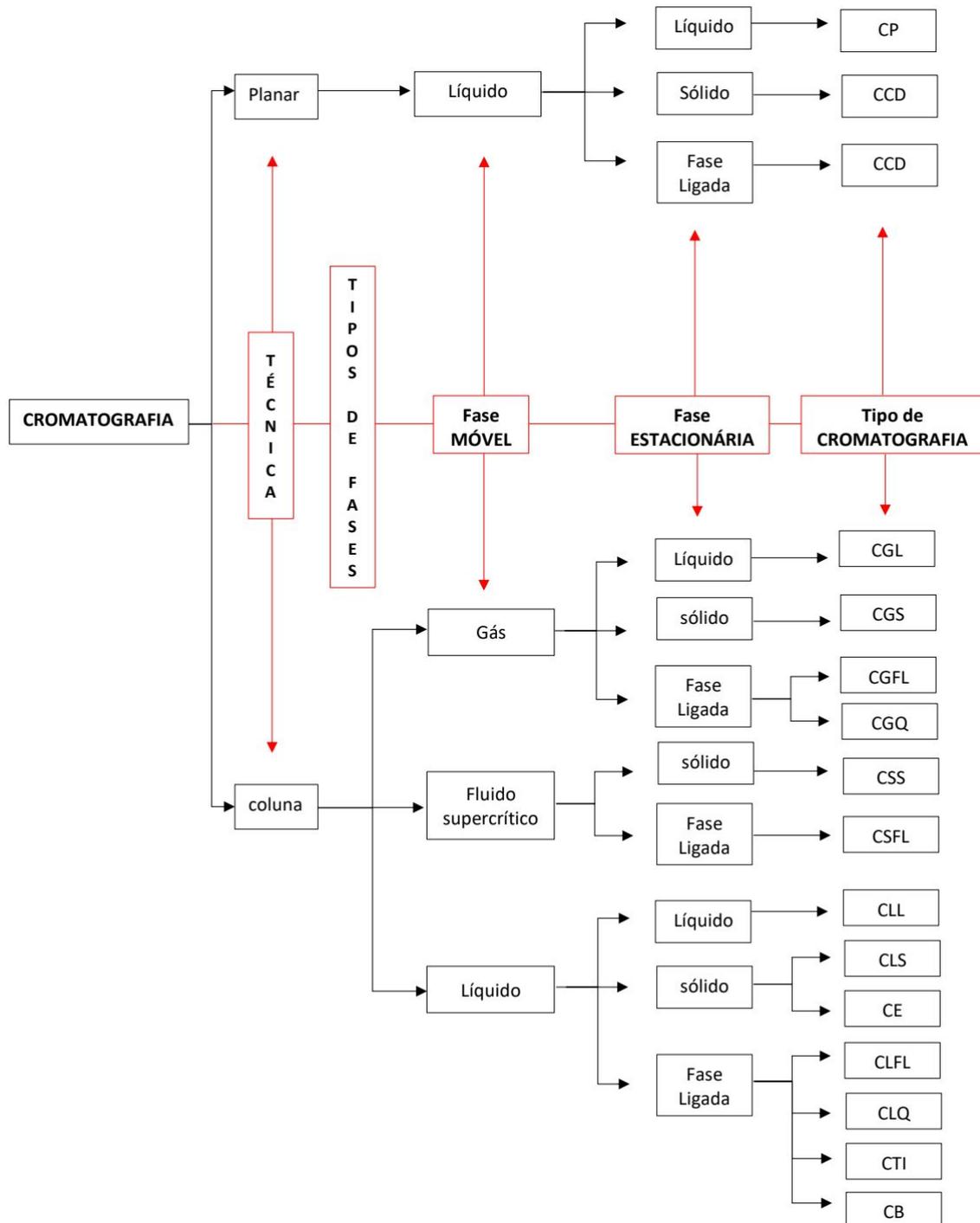
Diversas técnicas têm sido empregadas para analisar extratos ricos em compostos fenólicos e antocianinas. No entanto, as espectroscópicas, espectrométricas e de cromatografia líquida de alto desempenho são mais utilizadas com frequência para esse fim. A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) é uma técnica analítica usada para separar diferentes compostos, com base em suas interações químicas com colunas cromatográficas, permitindo sua separação e análise. Esse método pode ser aplicado, mesmo no caso de compostos não voláteis ou termolábeis. A CLAE tem sido bastante utilizada para identificar compostos fenólicos (GONZÁLEZ et al., 2020; AQUINO NETO, et al., 2003).

2.6.1 Métodos cromatográficos

A cromatografia é uma técnica físico-química moderna que separa, identifica e quantifica as espécies químicas, executando o teste de separação por si mesma ou em conjunto com outras técnicas instrumentais de análise, como a espectrofotometria ou a espectrometria de massas. A fase móvel, gasosa, líquida ou um fluido supercrítico, passa sobre a fase estacionária, arrastando consigo os diversos componentes da mistura. A cromatografia é composta por cromatografia em papel, cromatografia de camada fina, cromatografia gasosa e cromatografia líquida de alta eficiência (PERES, 2002; COLLINS et al., 1997)

As técnicas cromatográficas são utilizadas para a identificação de compostos, através da utilização de padrões como referências e isolamento de compostos. Podemos citar vários tipos de técnicas cromatográficas, que podem ser observadas na (figura 5).

Figura 5 - Esquema representativo dos diferentes tipos de cromatografias.



Fonte: (adaptado de COLLINS, 2006).

Existem diversos critérios para classificar as diferentes modalidades de cromatografia, os mais comuns estão relacionados à técnica empregada, ao mecanismo de separação envolvido e aos diferentes tipos de fases utilizadas. A constituição do sistema de cromatografia define a técnica geral: a fase estacionária pode ser colocada em um tubo cilíndrico, denominado coluna ou disposta sobre uma superfície plana. A escolha do tipo de cromatografia ideal depende do

material a ser isolado e, em geral, diversos métodos cromatográficos podem ser usados em sequência para obter um composto na forma pura. Dessa forma, a cromatografia pode ser dividida em cromatografia em coluna e cromatografia planar (PERES, 2002; COLLINS et al., 1997).

Técnicas de análise cromatográficas em camada delgada (CCD)

A cromatografia em camada delgada (CCD) é a mais simples e econômica das técnicas cromatográficas quando se quer separar rapidamente e identificar visualmente. A fase estacionária é uma camada fina formada por um sólido granulado (sílica, alumina, poliamida, etc.), depositado sobre uma placa de vidro, alumínio ou outro suporte inerte. A separação se dá pela diferença de afinidade entre os componentes de uma mistura pela fase estacionária (PERES, 2002; DEGANI et al., 1998; COLLINS et al., 1997).

Os principais parâmetros a serem considerados em CCD são o fator de retenção (Rf), que é a razão entre a distância percorrida pela substância em questão e a distância percorrida pela fase móvel. Os valores ideais para Rf são de 0,4 a 0,6. As técnicas de CCD podem ser usadas tanto na escala analítica quanto na preparação (DEGANI et al., 1998).

A partir do desenvolvimento do cromatograma, as placas são secas e reveladas. Esta última etapa pretende tornar visíveis as substâncias incolores presentes nas amostras. Os métodos físicos ou químicos podem ser usados para a visualização, podendo também ser biológicos, como a utilização de reações enzimáticas ou bacterianas. Muitos compostos podem ser observados pela luz ultravioleta, pois se tornam fluorescentes quando excitados por essas radiações (em geral nos comprimentos de onda de 254 a 366 nm) (COLLINS et al., 1997).

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)

A Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) tem se desenvolvido bastante nos últimos anos, sendo denominada cromatografia líquida, pois a sua fase móvel é um solvente. Um cromatógrafo líquido tem como componentes: bomba, coluna cromatográfica, detector e registrador de dados. É um método usado para separar espécies iônicas ou macromoléculas e compostos termolábeis (PERES, 2002).

O desenvolvimento de suportes com partículas pequenas, responsáveis pela alta eficiência, torna-se necessário usar bombas de alta pressão para eluir a fase móvel, uma vez que é de baixa permeabilidade. As fases móveis usadas em CLAE devem ter alta pureza e estar livres de oxigênio ou outros gases dissolvidos, sendo filtradas e degaseificadas antes do uso. (DEGANI et al., 1998).

2.6.2 Avaliação de atividade antioxidante

Antioxidantes são compostos que agem para impedir e/ou diminuir os efeitos provocados pelos radicais livres. A capacidade de proteção de uma mistura não é determinada apenas pela soma das capacidades antioxidantes de cada um de seus componentes, mas, também, depende do ambiente no qual o composto está inserido. Uma substância antioxidante pode ser definida como uma substância que, em baixos níveis, retarda ou previne a oxidação do substrato. São conhecidos pelos seus efeitos em diferentes estágios do processo de oxidação envolvendo moléculas de lipídeos (SUCUPIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2008; KUSKOSKI et al., 2005).

São importantes porque, ao combater os processos oxidativos, há uma diminuição nos danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando, dessa forma, os danos cumulativos que podem causar doenças como o câncer, cardiopatias e cataratas. A maioria dos antioxidantes naturais são tocoferóis, vitamina C, carotenoides e compostos fenólicos. Muitos desses compostos apresentam semelhanças na estrutura molecular básica, com um anel aromático com um grupo hidroxila ligado a ele, incluindo, sobretudo, os ácidos fenólicos e flavonoides, que são capazes de se defender contra o ataque de radicais livres (SUCUPIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2008).

Além do ORAC, vários compostos cromogênicos (ABTS, DPPH, DMPD, DMPO e FRAP), como o ABTS, são usados para determinar a capacidade dos compostos fenólicos presentes nas frutas de capturar os radicais livres gerados, sendo os métodos mais utilizados ABTS e DPPH. O método ABTS apresenta vantagens em relação ao método DPPH, uma vez que, além do tempo necessário para a realização das leituras (1 minuto para o ABTS e 30 minutos para o DPPH), o método DPPH apresenta um custo maior que o ABTS, sendo que ambos os métodos permitem chegar a conclusões praticamente idênticas (DUDONNÉ et al., 2009; SANTOS et al., 2008; THAIPOONG et al., 2006; KUSKOSKI et al., 2005).

No entanto, há uma variedade de métodos para a caracterização antioxidante, pois extratos de plantas e derivados têm mais de um mecanismo de ação antioxidante. Para formulações nutraceuticas e farmacêuticas, é importante avaliar o potencial antioxidante dos fitoquímicos em vegetais e seus extratos (SCHAUSS, 2016; SILVA et al., 2019).

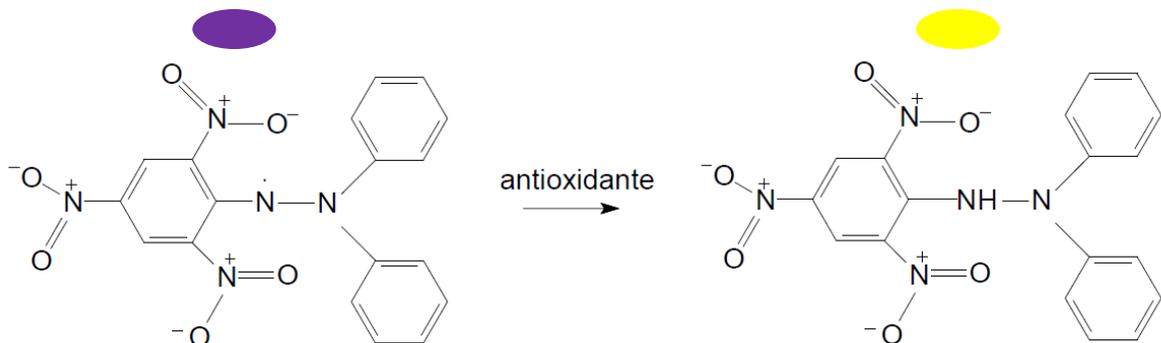
DPPH e ABTS

O teste de DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) é um dos métodos indiretos para determinar a atividade antioxidante mais antigos, tendo sido sugerido em 1950 para se descobrir os doadores de hidrogênio em matérias naturais. A técnica é prática e barata para medir a capacidade de compostos de agirem como sequestradores de radicais livres, ou doadores de

hidrogênio e para analisar a atividade antioxidante (BORGES et al., 2011; KEDARE & SINGH, 2011).

O DPPH é um radical livre estável, com um elétron de valência desemparelhado em um átomo da ponte de nitrogênio. A eliminação do radical DPPH é o fundamento do popular ensaio antioxidante DPPH. A deslocalização também produz a cor violeta profunda, com uma absorção em solução de etanol de cerca de 520 nm. Ao misturar a solução de DPPH com uma substância que pode doar um átomo de hidrogênio, dá-se a forma reduzida, com perda da cor violeta (figura 6) (KEDARE & SINGH, 2011; SHARMA & BHAT, 2006; THAIPONG et al., 2006).

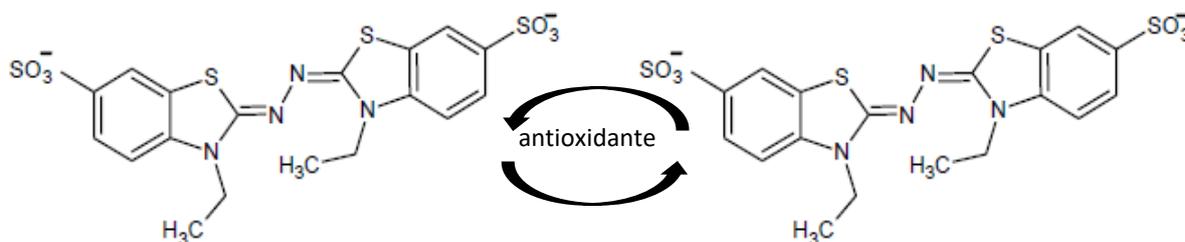
Figura 6 - Redução do radical livre 1,1-difenil-2-picrilhidrazil a 1,1-difenil-2-picrilhidrazila



Fonte: (adaptado de Yamaguchi, 2015a).

O radical ABTS^{•+} é formado a partir de um precursor, o ácido 2,2-azino-bis(3-etilbenzotiazolin) -6-sulfônico. No método ABTS^{•+}, o radical monocátion, cromóforo verde/azul, é produzido pela oxidação do ABTS com persulfato de potássio, sendo reduzido na presença de tais antioxidantes doadores de hidrogênio (figura 7). É um dos testes mais rápidos para verificar a atividade antioxidante e alta reprodutividade, além de permitir análises de compostos tanto de natureza lipofílica quanto hidrofílica. O radical ABTS^{•+} é um composto cromóforo quimicamente estável, com alta solubilidade em água e um máximo de absorvância de 414 nm, além de medidas secundárias de absorvância de 645, 734 e 815 nm (SUCUPIRA et al., 2012; RE et al., 1999).

Figura 7 - Estabilização do radical ABTS•+ por um antioxidante



Fonte: (adaptado de Yamaguchi, 2015a).

2.6.3 Espectrometria de massas

Em 1890, os princípios fundamentais tiveram início quando J.J. Thomson determinou a relação massa/carga (m/z) do elétron. O primeiro espectrômetro de massa foi criado por A. J. Dempster, em 1918. Apesar disso, o procedimento de espectrometria de massa não se popularizou até cerca de 50 anos atrás, quando foram disponibilizados instrumentos baratos e confiáveis (PAIVA et al., 2015).

É uma técnica que permite avaliar a massa molecular dos compostos, bem como quantificá-los. Massas específicas podem ser identificadas por um espectrômetro de massa e, ao mesmo tempo, fornecer base para a quantificação. Seus princípios são semelhantes ao que ocorre quando um feixe de luz é lançado sobre um prisma: a radiação eletromagnética é decomposta ou separada de acordo com diferentes comprimentos de onda, sendo separada pela razão massa/carga: m/z . Ainda, a espectrometria de massa pode ser usada com outras técnicas de separação, como misturas complexas e compostos biológicos, como ingredientes farmacêuticos ativos ou metabólitos (KIRALY et al., 2016; BEZERRA-JÚNIOR et al., 2013; BANSCHFF et al., 2007).

Existem algumas técnicas de cromatografia que são usadas acopladas ao espectrômetro de massas, como a cromatografia gasosa-espectrometria de massa (GC-MS), que permite desenvolver métodos de triagem mais abrangentes. GC-MS são sensíveis e robustos, mas apresentam as desvantagens de um pré-tratamento demorado da amostra. A cromatografia líquida-espectrometria de massa (LC-MS) com ionização por eletro spray tem muitas aplicações em laboratórios, sendo bastante empregada (MAURER & MUDDIMAN 2012; GOSETTI et al., 2013).

A técnica mais usada de ionização é o eletro spray (ESI), o qual é muito usado para estudar biomoléculas com massa molecular elevada e outros compostos lábeis e não voláteis.

A ESI-MS, contudo, não se limita ao estudo de biomoléculas grandes, moléculas pequenas com massa molecular entre 100 e 1.500, também podem ser estudadas (PAIVA et al., 2015).

A seguir, a tabela 4 mostra substâncias encontradas através da espectrometria de massa das espécies do gênero *Euterpe*, determinadas pela razão massa carga m/z , sendo essa técnica utilizada para a quantificação de polifenóis presentes em substâncias orgânicas.

Tabela 4 – substâncias encontradas em espécies do gênero *Euterpe*

Gênero	Substâncias	m/z	Espécies	Parte da planta	Referências
<i>Euterpe</i>	Ácido-protocatecuico	153,2	<i>E. oleracea</i>	óleo	Pacheco-Palência et al, 2008.
		154	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		155,05	<i>E. edulis</i>	polpa	Borges et al, 2013.
	p-ácido-hidroxibenzóico	137,3	<i>E. oleracea</i>	óleo	Pacheco-Palência et al, 2008.
		137	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	(+) -catequina	289,2	<i>E. oleracea</i>	óleo	Pacheco-Palência et al, 2008.
		167,3	<i>E. oleracea</i>	óleo	Pacheco-Palência et al, 2008.
	ácido vanílico	167	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		169,06	<i>E. edulis</i>	polpa	Mulabagal & Calderón, 2012.
	ácido siringico	196,9	<i>E. oleracea</i>	óleo	Borges et al, 2013.
		197	<i>E. oleracea</i>	polpa	Pacheco-Palência et al, 2008.
		199,12	<i>E. edulis</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	ácido ferúlico	193,2	<i>E. oleracea</i>	polpa	Borges et al, 2013.
		195,11	<i>E. edulis</i>	óleo	Pacheco-Palência et al, 2008.
	ácido gálico	169	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		353	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Ácido clorogênico	355,11	<i>E. edulis</i>	polpa	Borges et al, 2013.
		179	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Ácido cafeico	181,07	<i>E. edulis</i>	polpa	Borges et al, 2013.
		123,04	<i>E. edulis</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Ácido benzóico	123,04	<i>E. edulis</i>	polpa	Borges et al, 2013.
		165,11	<i>E. edulis</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Ácido p-cumárico	163	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		447	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Orientina	447	<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal & Calderón, 2012.
	Homoorientina	447	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Luteolina 7-O-glicosídeo	447	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Vitexina	431	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		431	<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal & Calderón, 2012.
	Isovitexina	431	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Crisoeriol 7-O-glicosídeo	461	<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal & Calderón, 2012.
	Taxifolina	303	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		285	<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal & Calderón, 2012.
	Luteolina	285	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Crisoeriol	299	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Cianidina 3-O-sambubiósido	581	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
		581	<i>E. oleracea</i>	polpa	Schauss et al, 2006.
	Cianidina 3-O-glucosídeo	449	<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal et al, 2012.
		449	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al, 2012.
	Cianidina 3-O-rutinosídeo	595	<i>E. oleracea</i>	polpa	Schauss et al., 2006.
595		<i>E. oleracea</i>	polpa	Mulabagal et al., 2012.	
Pelargonidina 3-O-glicosídeo	433	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al., 2012.	
	463	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al., 2012.	
Peonidina 3-O-rutinosídeo	609	<i>E. oleracea</i>	polpa	Gordon et al., 2012.	
	609	<i>E. oleracea</i>	polpa	Schauss et al., 2006.	
Quercetina	303,3	<i>E. edulis</i>	polpa	Mulabagal et al., 2012.	
	301,03	<i>E. oleracea</i>	polpa	Borges et al., 2013.	
Rutina	611,12	<i>E. edulis</i>	polpa	Mulabagal & Calderón., 2012.	
					Borges et al., 2013.

Fonte: Autor (2022).

2.7 Aplicação Cosmética

O uso de compostos bioativos tem sido bastante utilizado em pesquisas e no desenvolvimento da indústria cosmética, resultando em boa aceitação pelo consumidor. Além disso, a abundância de recursos naturais presentes na biodiversidade da flora brasileira oferece diversas matérias-primas. O extrato de *Euterpe oleracea* é uma das diversas matérias-primas usadas no desenvolvimento de cosméticos (MENDONÇA et al., 2023; GARBOSSA & CAMPOS, 2015).

Estudos demonstraram os benefícios do uso de extratos vegetais na produção de emulsões fotoprotetores promovidas pelos compostos antioxidantes, especialmente carotenoide e flavonoides, que conferem proteção natural aos radicais livres formados pela radiação UV necessária à fotossíntese. Além disso, podem absorver raios UVA e UVB, sendo usados na composição de filtros solares e também sugeridos em formulações hidratantes, podendo ser empregado na proteção da pele contra os danos causados pelos radicais livres induzidos pela radiação UV (CEFALI et al., 2016; DAHER et al., 2014).

Em estudos de Leite & Campos (2018), onde se utilizou uma combinação de três tipos diferentes de extratos vegetais, incluindo o extrato de *E. oleracea*, em uma formulação capilar multifuncional, apresentou vários benefícios de um único produto, atuando na prevenção dos danos causados pelos raios UV e no tratamento dos danos capilares. Já em Monteiro et al. (2017), para avaliar a formulação de xampus com extrato de açaí e castanha-do-Pará, os autores obtiveram bons resultados com aceitação de compra, com média viscosidade.

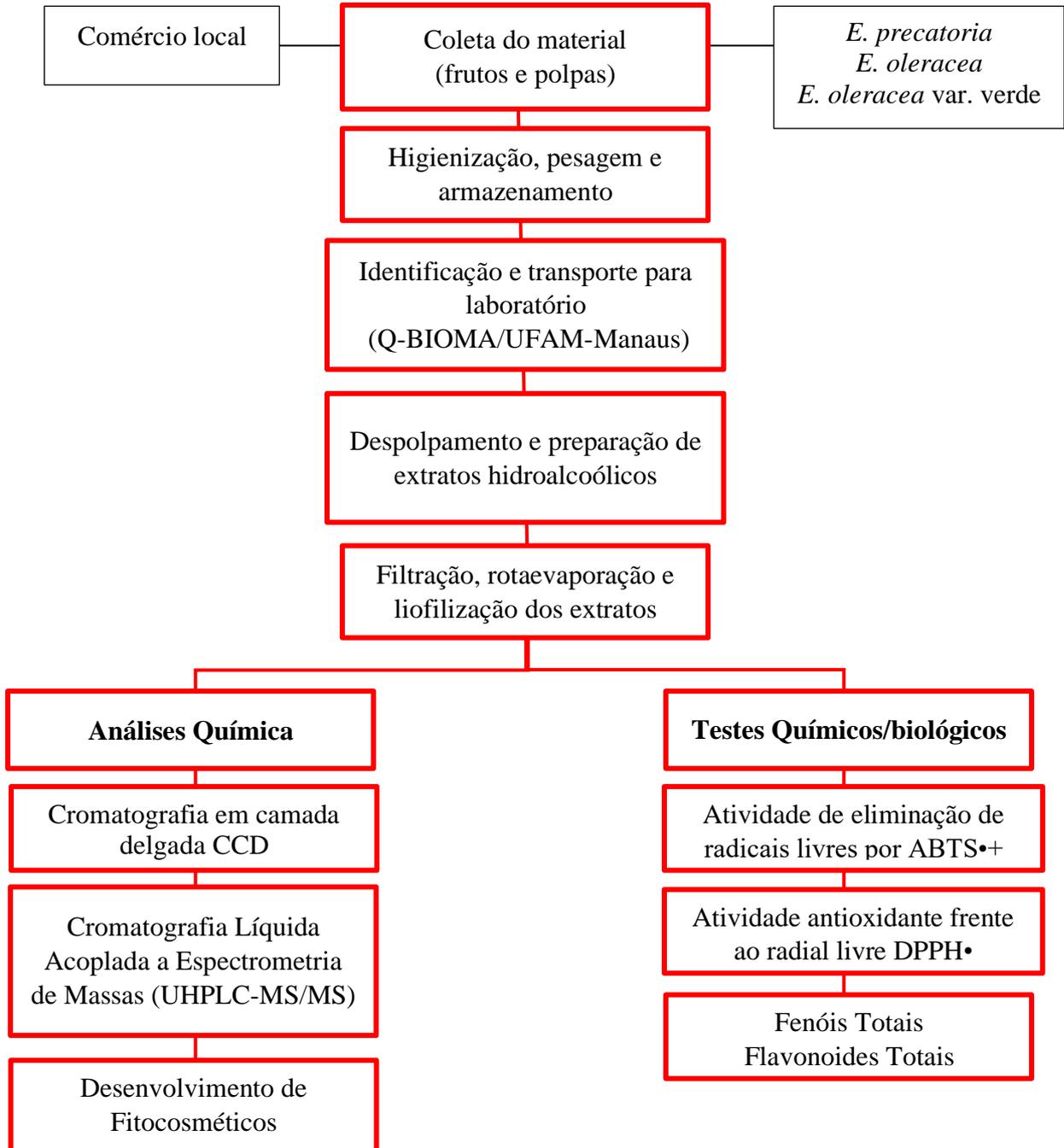
Em uma pesquisa sobre a utilização do óleo de açaí para uma nanoemulsão, os resultados foram favoráveis quando usados como um meio para antifúngicos imidazólicos, como o cetoconazol. A incorporação do cetoconazol em nanoemulsões contendo óleo de açaí aumenta sua absorção pela pele, diminui seus efeitos colaterais e diminui a quantidade de princípio ativo a ser administrado, em comparação com as formas farmacêuticas tradicionais (CONTENTE et al., 2020).

Existem diversos usos de ingredientes naturais em cosméticos, dentre eles, os extratos e óleos vegetais, óleos essenciais e seus derivados, que, ao serem incorporados às formulações, agregam bioatividade. Dessa forma, a procura por novas matérias-primas para o desenvolvimento de formulações cosméticas tem aumentado entre os pesquisadores. Há uma grande tendência para os ativos naturais, devido à procura dos consumidores por produtos menos agressivos e à sua maior preocupação com os princípios éticos (MENDONÇA et al., 2023; ZUCCO et al., 2020; ISAAC et al., 2008).

3 PROCESSOS METODOLÓGICOS

A metodologia foi desenvolvida seguindo o fluxograma a seguir (figura 8).

Figura 8 - Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autor (2022).

3.1 Coleta da matéria-prima

Os frutos de *Euterpe* spp. foram adquiridos de um comerciante local no município de Coari-AM, no mês de fevereiro 2022. Os frutos passaram pelo processo de higienização em água corrente para a retirada das sujidades, secados a temperatura ambiente e pesados.

Uma parte dos frutos coletados foram despulpados de forma mecânica em uma máquina denominada de despoldadeira, utilizando o menor volume de água possível, e outra parte de forma manual. As polpas e frutos obtidos foram transportados para o Laboratório de Química Orgânica do Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB, guardados em freezer a temperatura de -15 °C para posterior preparação dos extratos.

3.2 Caracterização morfológica das espécies

As espécies foram caracterizadas em relação aos seus aspectos morfológicos vegetais, diferenciando os frutos (figura 9), caule, folhas, raízes e altura quando possível, bem como sua área de ocorrência conforme a literatura. Posteriormente os frutos foram depositados na carpoteca do Instituto Federal do Amazonas – IFAM, Campus Manaus Zona Leste, sob o número de registro EAFM (C1396 *E. oleracea*), EAFM (C1397 *E. oleracea* var. verde) e EAFM (C1398 *E. precatória*), e cadastrado no sistema de patrimônio genético (SIGEN) com o números de cadastro A6DCF06.

Figura 9 – Frutos dos tipos de açaiís (*Euterpe*) estudados.



Fonte: Autor (2022).

Legenda: (a) *E. oleracea* var. verde; (b) *E. oleracea*; (c) *E. precatória*.

3.3 Preparação dos frutos e extratos hidroalcolócos

Os frutos e polpas foram transportados para o Laboratório de Química de Produtos Naturais (Q-BIOMA) da Universidade Federal do Amazonas/UFAM-Manaus, e mantidos sob refrigeração.

Para a liofilização das polpas, 14 frascos de vidro foram higienizados, pesados, identificados e recobertos com papel alumínio; em seguida utilizou-se 1 L de polpa de cada espécie (*E. precatória* e *E. oleracea*) e adicionou-se 1/3 do volume total dos frascos, totalizando 7 frascos com aproximadamente 143 mL de cada polpa, em seguida foram armazenadas em freezer para o congelamento por 24 h. Os frascos foram transportados para a EMBRAPA para liofilização, as polpas foram liofilizadas num liofilizador (*K120*) durante o período de 72 h. As polpas liofilizadas foram pesadas, para o cálculo do rendimento, e armazenadas sob refrigeração.

Dos frutos foram retirados 50 g da parte comestível (epicarpo e mesocarpo), com o auxílio de uma “faca de mesa”. O material foi pulverizado com auxílio de um pistilo e almofariz. Para os extratos de cada espécie foram preparadas concentrações de etanol-água 8:2 (80%). Para cada 1 g de amostra foram adicionados 10 mL de etanol 80% (1:10). Utilizou-se frascos âmbar para evitar a degradação das amostras durante o processo de maceração. As amostras ficaram extraíndo por um período de 72 horas, sendo filtradas a cada 24 h de maceração.

O sistema de filtração dos extratos foi composto de funil de vidro e algodão. Durante a filtração, o filtrado foi coletado em um balão de vidro recoberto com papel alumínio para evitar a exposição do extrato à luz, durante o período de filtração. Após rotaevaporados em um rotaevaporador rotativo em 46 rpm, os extratos foram armazenados em freezer.

A cada extração rotaevaporada, o extrato foi misturado com a extração anterior, para que ficassem com a mesma concentração, até completar a triplicata. Em seguida, os frascos de vidro foram pesados, etiquetados e adicionados 1/3 do volume total do frasco do extrato rotaevaporado. Os frascos foram fechados, cobertos com papel alumínio e submetidos ao congelamento por 24 h.

Posteriormente, as amostras passaram pelo processo de liofilização, que teve duração de 48 h ininterruptas. Após serem liofilizadas, foram pesadas para o cálculo do rendimento. Em seguida, armazenadas sob congelamento para posteriores análises. O mesmo processo de extração foi realizado com as polpas liofilizadas.

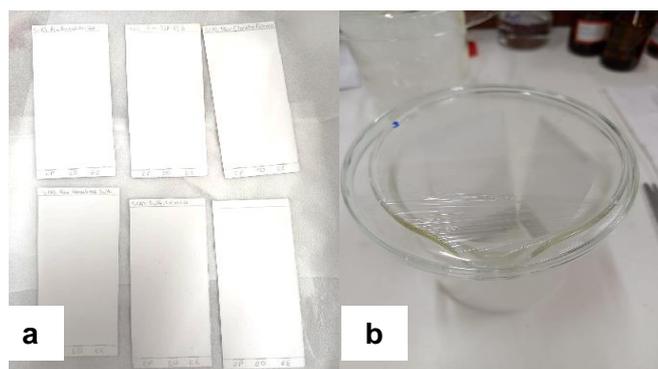
3.4 Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

O comportamento cromatográfico de cada amostra foi avaliado por Cromatografia em Camada Delgada (CCD), utilizando placas cromatográficas de sílica do tipo F-254 de fase

normal e tamanho 10 cm x 4 cm para os extratos obtidos. Os eluentes foram preparados conforme a natureza da amostra, visando a melhor separação cromatográfica.

Foi preparada uma cuba cromatográfica para a limpeza das placas, utilizando o solvente metanol (CH_3OH). Após medir e cortar as placas, colocou-as dentro da cuba e esperou-se a eluição completa delas, repetindo este processo por 3 vezes (figura 10). Em seguida, as placas foram levadas a estufa para a ativação por 1 h em temperatura de $100\text{ }^\circ\text{C}$, conforme descrito por Collins et al. (1997).

Figura 10 - Preparação do sistema cromatográfico



Fonte: Autor (2022).

Legenda: (a) placas cortadas; (b) cuba cromatográfica.

Os eluentes (fase móvel) foram preparados com os seguintes solventes e proporções: AcOET: Ác. Acético: Ác. Fórmico: H_2O (100:11:11:26). Para a preparação dos extratos foi usada a concentração de $5\text{ }\mu\text{g}/\text{mL}$, com o volume de aplicação de $10\text{ }\mu\text{L}$.

Os reveladores utilizados foram: luz branca, luz ultravioleta (254 e 365 nm), vanilina sulfúrica, sulfato cérico, anisaldeído, NP-PEG e DPPH. Para a revelação em luz ultravioleta foi utilizada uma câmara (TLC Visualizer CAMAG), na qual foram fotografadas as placas. O software WinCats (versão 1.4.9.2001) foi utilizado para o cálculo do fator de retenção (R_f) e para foto documentação.

3.4.1 Reveladores utilizados para CCD

A preparação dos reveladores foi realizada conforme Guimarães (2015).

Anisaldeído: 0,5 mL de anisaldeído foram misturados com 10 mL de ácido acético glacial, seguido de 85 mL de metanol e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado, nessa ordem. Borrifar ou aplicar com algodão na placa e em seguida aquecer a $100\text{ }^\circ\text{C}$ por 5 a 10 minutos.

NP/PEG: solução 1 – dissolver 1 g do éster difenilboriloxietilamina (NP) em metanol e completar para 100 mL. Solução 2 – Dissolver 5 g polietilenoglicol 4000 (PEG) em etanol e completar para 100 mL. Borrifar primeiro com a solução 1 e em seguida com a solução 2. Para detecção de Flavonoides.

DPPH: solução de 3 mM de 1,1- difenil-2-picrilidrazil (DPPH) em metanol. Mergulhar ou borrifar na por 5 segundos, em seguida envolvê-las em papel alumínio a temperatura ambiente (33°C) for 90 s.

Vanilina Sulfúrica: Solução 1- Misturar 5 ml de ácido sulfúrico em 100 mL de etanol. Solução 2- Dissolver 1 g de vanilina em etanol e completar o volume com etanol até 100 mL. Borrifar primeiramente com a solução 1, e em seguida com a solução 2 Aquecer a placa a 100 °C por cinco minutos. Para detecção de terpenos, derivados fenilpropanóides e fenóis etc.

Cloreto Férrico 3%: pesar 3 g de FeCl₃ e adicionar 100 mL de água destilada, homogeneizar. Borrifar ou aplicar com algodão na placa.

3.5 Atividade antioxidante

3.5.1 Atividade sequestradora de radicais livres pelo DPPH•

O teste foi realizado segundo Molyneux (2004) com modificações e adaptado para realização em microplaca de 96 poços. Para o preparo da solução de DPPH•, foram pesados 1 mg e diluído em 12 mL de etanol (P.A.), sendo verificada a absorbância da solução inferior 1,0. Para o preparo das amostras foram pesados, em eppendorf, 1 mg/mL e diluídos em DMSO.

Uma alíquota de 200 µL das amostras, em concentração de 1 mg/mL, foi adicionada no poço 1a, adicionou-se nos poços 1b à 1h 100 µL de DMSO, retirou-se 100 µL do poço 1a e foram realizadas diluições sucessivas nos demais poços (1b à 1h) desprezando 100 µL ao final. Foram retirados 90 µL do poço 1a e passados 30 µL para os poços 2a, 3a e 4a. O mesmo procedimento foi feito para os demais poços, acrescentando-se 270 µL da solução de DPPH•.

Para o controle foi adicionado 30 µL de DPPH• e 270 µL de DMSO. Após, a placa foi colocada para incubar por 30 min, em local escuro e temperatura ambiente. Em seguida realizou-se a leitura em um leitor de microplacas de ELISA. Para o cálculo da concentração de inibição foi utilizado a equação 1.

Equação - 1

$$\% \text{ Inibição} = 100 - [(A_{\text{cont}} - A_{\text{extr}})/A_{\text{cont}}] \times 100$$

Onde:

Acont = absorbância do controle

A_{Extr} = absorvância da amostra em solução

3.5.2 Atividade de eliminação de radicais livres por ABTS•+

A atividade de eliminação de cátions radicais ABTS•+ foi avaliada de acordo com o método descrito por Garzon et al. (2017) com adaptações. A atividade antioxidante quantitativa foi avaliada em microplaca de 96 poços. Para o preparo do radical ABTS•+ (2,2'-AZINO-BIS(3-ETIL-BENZOLINA-6-SULFONADO), foram pesados 5 mg de ABTS e 6 mg de Persulfato de potássio solubilizou cada reagente em 5 mL de água deionizada e houve a mistura das soluções. Uma alíquota de 30 µL de cada amostra em concentração de 1 mg/mL foi adicionada num poço. Foram acrescentados 270 µL da solução de ABTS. Após 15 min. de incubação em ambiente escuro a absorvância foi medida em leitora de microplaca a 630 nm. Os experimentos foram analisados em triplicata e partir dos resultados obtidos, determinou-se a porcentagem de ABTS•+. Para o cálculo da concentração de inibição foi utilizado a seguinte fórmula.

$$\% \text{ Inibição} = 100 - [(A_{\text{cont}} - A_{\text{Extr}})/A_{\text{cont}}] \times 100$$

Onde:

A_{cont} foi a absorvância do controle

A_{Extr} a absorvância da amostra em solução

3.6 Quantificação de biomoléculas

3.6.1 Fenóis totais

A determinação de fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin-Ciocalteu. Inicialmente as amostras foram diluídas em DMSO, na concentração de 1 mg/mL, em seguida foram preparadas as soluções de Folin&Ciocalteu na concentração (1:10), Carbonato de Sódio (Na₂CO₃) 0,4% e padrão de ácido gálico na concentração de 1 mg/mL de DMSO. Foram transferidos 10 µL da amostra para amostra para amostra para uma placa de 96 poços, mais 50 µL da solução de Folin&Ciocalteu e incubado por 8 min, o mesmo foi feito com o padrão, depois realizado a leitura em um leitor de microplacas a 620 nm.

Logo após adicionados a solução de carbonato de sódio à 0,4%, incubado por 3 min., e feito a leitura novamente. Todas as análises foram realizadas em triplicata. O teor dos fenólicos das amostras foram expressos em comparação com o percentual padrão do ácido gálico.

$$\% \text{ Polifenóis} = (Abs_{\text{amostra}} / Abs_{\text{padrão}}) \times 100$$

3.6.2 Flavonoides totais

A determinação dos flavonoides totais foi realizada segundo o método de Chang et al. (2002), com modificações. Os extratos foram diluídos em DMSO na concentração de 1 mg/mL. Em seguida foram adicionados 30 µL de cada extrato ou padrão e 90 µL de etanol em cada cavidade da microplaca. Adicionou-se em seguida 6 µL de cloreto de alumínio a 10%, 6 µL de acetato de potássio 1 M e 168 µL de água destilada. A placa foi então incubada por 30 min em temperatura ambiente e, em seguida, foi feita a determinação da absorbância no comprimento de onda de 405 nm, em leitor de microplacas.

Os resultados foram obtidos utilizando-se, primeiramente a diferença das absorbâncias das amostras e do padrão pela absorbância dos respectivos brancos. Logo após foi determinada a concentração de flavonoides. A quercetina foi utilizada como padrão (1 mg/mL, em etanol) e os resultados foram expressos em percentagem (%) de flavonoides presentes nas amostras.

$$\% \text{ flavonoides} = (\text{Abs. amostra} / \text{Abs. padrão}) \times 100$$

3.7 Cromatógrafo Líquido Acoplado a Espectrômetro de Massas (UHPLC-MS/MS)

As análises foram realizadas no LADETEC na UFRJ, pela Dra. Ananda Antonio. O processamento dos dados foi realizado utilizando o software Xcalibur 3.0.1. As amostras foram preparadas na concentração de 1 mg/mL em água Milli-Q ou metanol grau CLAE e filtradas com filtro PTFE de 13 mm com poro 0,45 µm. Os extratos foram analisados a um cromatógrafo Dionex Ultimate 3000 UHPLC (Thermo Scientific, Bremen, Germany) acoplado a um espectrômetro de alta resolução Q-Exactive (Thermo Scientific, Bremen, Germany). Foi usada como fase estacionária uma coluna Synchronis C18 (2.1 x 50 mm, 100 Å – Thermofisher Scientific, Waltham, United States), que foi mantida na temperatura de 40 °C.

Análise: full scan e ms², modos de ionização: positivo e negativo, com faixa de detecção: 150-800 m/z, usando como solvente A: ácido fórmico 0,1% em água deionizada: formiato de amônio 5 mM, e solvente B: Metanol acidificado com 0,1 % de ácido fórmico com fluxo = 0,4 mL min⁻¹ e duração do método: 11 min.

3.8 Desenvolvimento de Fitocosméticos

Todas as formulações e teste físico-químicos realizados para o desenvolvimento dos fitocosméticos foram realizados no Laboratório de Química Orgânica e Laboratório de Físico-química do Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB na cidade de Coari-AM. As preparações

foram manuseadas em um único lote no dia 06 de abril de 2023, em quantidades suficientes para realização dos testes.

3.8.1 Preparação do Extrato Glicólico

Para a obtenção dos extratos glicólicos foram utilizadas polpas liofilizadas de açaí das espécies de *E. precatoria* Mart. e *E. oleracea* Mart.. Foram pesados 20 g da amostra liofilizada de cada espécie em uma balança analítica (*Shymadzu*), em seguida medidos em uma proveta 160 mL de Propilenoglicol e 40 mL de álcool de cereais, totalizando 200 mL de solução, e adicionados em um frasco âmbar juntamente com o material vegetal na proporção de 1:10.

A duração de maceração dos extratos glicólicos foi de 48 h, logo após esse período os extratos foram filtrados utilizando um sistema de filtração simples, com funil de vidro e algodão. Em seguida, os filtrados foram adicionados em frascos âmbar devidamente etiquetados e guardados sob refrigeração em geladeira a 2 °C, para posterior processo de elaboração dos cosméticos.

3.8.2 Elaboração da Formulação Cosmética Hidratante

Foram higienizados com álcool 70% vidrarias, bancadas e equipamentos a serem utilizados, além da utilização de paramentação adequada (luvas, touca, máscaras descartáveis e jaleco). Todos os materiais foram pesados em balança analítica ou medidos em provetas, separadamente.

Para a formulação utilizou 150 g de base em creme à frio, 1000 mL de água destilada, 45 g de uréia, 45 mL de Propilenoglicol, 30 mL de óleo mineral, 2 g de nipagin, 45 mL de extrato glicólico das polpas liofilizadas de *E. precatoria* Mart. e *E. oleracea* Mart. previamente preparados e 5 mL de essência de açaí.

Foi adicionado em 1 béquer de plástico de 1000 mL da base em creme e dissolvida em água morna a uréia sob agitação, em seguida acrescentado ao béquer junto com a base e homogeneizados com o auxílio de uma batedeira da marca Arno. Após adicionados os demais materiais (Propilenoglicol, óleo mineral, nipagin, extrato glicólico e a essência), a água destilada foi acrescentada aos poucos de 100 em 100 mL e homogeneizando até completar 1.000 mL. O processo de homogeneização da formulação durou um período de 1 h ininterruptos. O mesmo procedimento foi realizado para os extratos glicólicos das duas espécies de açaí.

3.8.3 Avaliação de Estabilidade Preliminar dos Fitocosméticos

As avaliações foram realizadas conforme metodologia descrita por Isaac et al. (2008), com adaptações. Após 24 h das preparações hidratantes, iniciou-se a avaliação de estabilidade dos produtos. Para tal, foram separados 16 copos de vidros (8 copos para cada formulação preparada), e adicionados em cada copo 130 g da formulação. Os teste foram realizados em duplicatas. O teste de estabilidade preliminar teve a duração de 15 dias consecutivos.

3.8.3.1 Teste estresse térmico

Esta análise foi realizada conforme descrito por Isaac et al. (2008), com adaptações. Foram pesados 130 g das formulações e submetidos ao estresse de temperatura extremas em estufa, que consistiu em colocar as amostras na estufa, inicialmente na temperatura de 40 °C, e a cada 30 min foi aumentada a temperatura em 5 °C até atingir 80 °C.

3.8.3.2 Ciclo gela descongela

O método de avaliação do teste foi feito conforme a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2004). As amostras foram colocadas em Ciclos de 24 horas a 45 ± 2 °C, e 24 horas a -5 ± 2 °C, durante 12 dias.

3.8.3.3 Fotoperíodo ou exposição luminosa

A análise foi realizada conforme adaptações do método descrito por Isaac et al. (2008). As amostras foram expostas a luminosidade direta, para detecção de sinais de instabilidade à exposição à luz solar por 15 dias.

3.8.3.4 Sem exposição luminosa

O teste foi realizado de acordo com o método descrito por Raiser et al. (2018a), com adaptações. Durante um período de 15 dias, as formulações foram colocadas em um local escuro ao abrigo da luz em temperatura ambiente.

3.8.4 Análises Físico-químicas dos Fitocosméticos

Após os teste de estabilidade foram feitas as análises físico-químicas das amostra. Segundo a ANVISA (2004) essas análises “são importantes para pesquisar alterações na estrutura da formulação que nem sempre são perceptíveis visualmente, podendo indicar problemas de estabilidade entre os ingredientes ou decorrentes do processo de fabricação”.

3.8.4.1 Análise espalhabilidade

Para a análise de espalhabilidade das amostras o método foi adaptado de Bugnotto et al. (2006) em que consiste na pesagem de 1 g das amostras em um vidro de relógio de 15 cm de diâmetro e colocado entre dois vidros de relógio sobre um papel milimetrado, colocado a adição de peso de 100g, 200g e 500g, a cada 3 min. promovendo a espalhabilidade do produto. Para o cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$Ei = D^2 \times \pi / 4.$$

Onde:

Ei = espalhabilidade da amostra para peso i (mm^2)

D = diâmetro médio (mm),

π = 3,14.

Os valores da espalhabilidade em função dos pesos adicionados foram determinados em duplicatas, calculando-se a média e desvio padrão.

3.8.4.2 Análise de densidade

Determinação da densidade foi realizada conforme métodos de Brasil (2008), com adaptações para picnômetro de vidro de 100 mL. Foi pesado o picnômetro vazio e anotou-se o seu peso (M_0). A seguir, enche-o completamente com água destilada, evitando a introdução de bolhas e pesado novamente (M_1). Após secá-lo cuidadosamente. Em seguida completou o picnômetro (limpo e seco) com a amostra, evitando a formação de bolhas e pesou-se (M_2).

Cálculo:

$$d = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0}$$

Onde:

d = densidade

M_0 = massa do picnômetro vazio, em gramas

M_1 = massa do picnômetro com água destilada, em gramas

M_2 = massa do picnômetro com a amostra, em gramas

3.8.4.3 Análise de centrifugação

A análise foi realizada conforme Isaac et al. (2008) com adaptações, foram pesadas 10g de cada amostra em tubos falcon de 15 mL, as amostras foram submetidas a rotações de 1000,

2500 e 3500 rpm aumentando gradativamente após 30 min de rotação à temperatura ambiente, a fim de verificar a separação de fase.

3.8.4.4 Análise de pH

Para a análise de pH foi preparado soluções a 10% (m/v) com 10 g de amostras e água destilada, usando peagômetro modelo pH-5000 da marca (INSTRUTHERM), o método foi adaptado (ISAAC et al., 2008; ANVISA, 2004).

3.8.5 Avaliação Organoléptica

Foram observados visualmente durante todo o processo se as amostras mantiveram suas características “macroscópicas” como alterações do tipo separação de fases, precipitação, cor, odor, viscosidade etc. (ANVISA, 2004).

3.8.6 Análise Sensorial

Para a análise sensorial dos produtos, a pesquisa obteve aprovação do Comitê de Ética da UFAM (CAAE: 23318819.9.0000.5020). Foram realizados testes afetivos, que representam a opinião do consumidor e avaliam o quanto o consumidor gosta ou desgosta do produto (ISAAC et al., 2012). A análise foi realizada no Laboratório de Química Orgânica do Instituto de Saúde e Biotecnologia-ISB campus Coari-AM. Foram convidados alunos de um curso técnico, maiores de 18 anos, que avaliaram os seguintes quesitos: aroma, aparência, sensação após o uso, cremosidade e intenção de compra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Obtenção dos Extratos das Três Espécies de *Euterpe*

Após o processo de preparação dos extratos obteve-se os rendimentos descritos na tabela 5.

Tabela 5 - Rendimentos dos extratos secos obtidos

Espécies do gênero <i>Euterpe</i>	Quantidade do material vegetal (g)	Quantidade dos Extratos Hidroalcólicos (g)	Rendimento dos Extratos (%)
<i>E. precatória</i> (obtenção manual)	50	2,114	4,2
<i>E. oleracea</i> (obtenção manual)	50	1,115	2,2
<i>E. oleracea</i> var. verde (obtenção manual)	50	1,504	3,0
<i>E. precatória</i> (polpa processada)	50	5,015	10,0
<i>E. oleracea</i> (polpa processada)	50	3,654	7,3

Fonte: Autor, 2022.

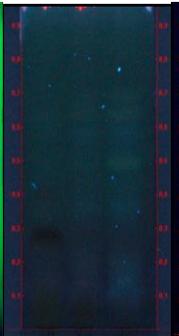
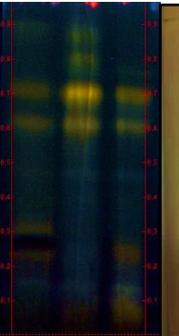
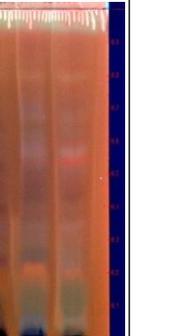
Os extratos de maiores rendimentos foram de *E. precatória*, tanto na obtenção da polpa de forma manual quanto a processada, seguido respectivamente dos extratos de *E. oleracea* var. verde e *E. oleracea* (roxo). Observa-se também que em 50 g de material vegetal, os melhores rendimentos foram dos extratos das polpas processadas, em que se utilizou maior quantidade de frutos frescos para o despolpamento de forma mecânica, além da adição de água para ajudar no processo, diferente do que se fez no despolpamento manual, em que não foi adicionada água no processo.

4.2 Análise por Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

Os extratos das três espécies de açaí foram submetidos a análises qualitativa por CCD, com a escolha do eluente adequado, a fim de obter a melhor separação das frações na placa cromatográfica, o eluente que apresentou seletividades de separação foi AcOET: Ác. Acético: Ác. Fórmico: H₂O nas seguintes proporções, (100:11:11:26) respectivamente. Os extratos foram preparados na concentração de 5 mg/mL com aplicação de 10 µL, de cada amostra, foi aplicada em forma de banda de 0,5 cm nas placas previamente limpas e ativadas medindo 10x4 cm. Para a revelação das placas foram utilizados diferentes tipos de reveladores, sendo eles

Luz-UV 254nm e 366 nm, NP-PEG, DPPH, vanilina sulfúrica, Cloreto Férrico 3% e Anisaldeído (figura 11).

Figura 11 - Placas cromatográficas dos extratos obtidos das três espécies de *Euterpe*

1-luz-UV 254nm	2-luz-UV 366nm	3-NP-PEG (luz-UV 366nm)	4-DPPH	5-Vanilina Sulfúrica	6-Cloreto Férrico	7-Anisaldeído
						
<i>E.p.</i> . <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>	<i>E.p.</i> <i>E.o.</i> <i>E.o.v.</i>

Fonte: Autor (2022).

Legenda: *E. precatória* (E.P.); *E. oleracea* (E.O.) e *E. oleracea* var. verde (E.O.v.).

Após eluirm e serem reveladas com os reveladores descritos, os extratos brutos das espécies apresentaram constituintes semelhantes, sendo que alguns com maior marjoritariedade. A tabela 6 a seguir mostra os *R_f*s dos reveladores utilizados:

Tabela 6 - *R_f*s das amostras de açaí

Reveladores	<i>E. precatória</i>	<i>E. oleracea</i>	<i>E. oleracea</i> var. verde
Luz UV 254nm	0,28	-	-
Luz UV 360nm	-	-	0,20; 0,36; 0,50; 0,64; 0,70
NP-PEG (luz-UV 366nm)	0,71; 0,62	0,70; 0,61; 0,80; 0,88	0,61; 0,69
Vanilina Sulfúrica	0,18; 0,26; 0,43; 0,54	0,18; 0,53	0,18
Cloreto Férrico	0,28	-	-

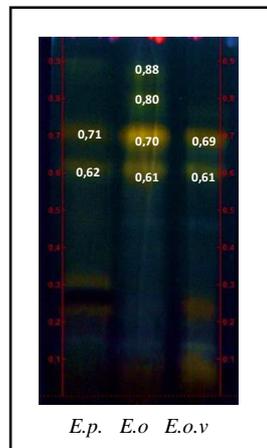
Fonte: Autor (2022).

Na luz UV 254 nm observa-se em *E. precatória* (E.P.), uma banda escura majoritária de *fator de retenção* (*R_f*: 0,28), o que não é comum nas espécies de E.O. e E.O.v., quando revelados na luz UV 366 nm, podem ser observadas diversas manchas com leves fluorescências nas três espécies de açaí, sendo melhor observada na espécie de E.O.v., o que indica a presença de substâncias fenólicas e flavonólicas.

Ao revelar com NP/PEG (difenilboriloxietilamina/polietilenoglicol), observa-se bandas com fluorescências de coloração amareladas bem acentuadas, e, azuis e laranjadas menos intensas (figura 12), o que é característico de flavonoides (WAGNER & BLADT, 1996), sendo

elas majoritárias em *E. oleracea*, em seguida *E. oleracea* var. verde e *E. precatoria* respectivamente. Os *R_f*s foram calculados e podemos destacar os seguintes, para *E. O.*, (*R_f*s: 0,70; 0,61 majoritários), e (*R_f*s: 0,80; 0,88 minoritário), para *E. O. v.* temos os valores em (*R_f*s: 0,69; 0,61) e para *E. P.* (*R_f*s: 0,71; 0,62).

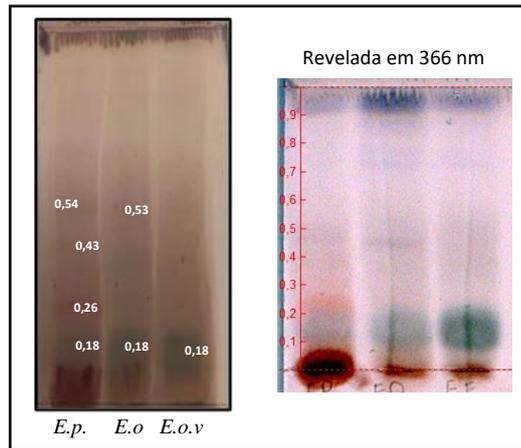
Figura 12 – Cromatoplaça revelada em NP/PEG



Fonte: Autor (2022).

Portanto, por se tratar de espécies do mesmo gênero, podemos observar a presença de flavonoides nas três espécies analisadas, sendo mais intensas na *E. oleracea*. Isso corrobora com a literatura, quando se observa o maior uso de *E. oleracea* em pesquisas com o objetivo de analisar essa classe para o uso de bioativos.

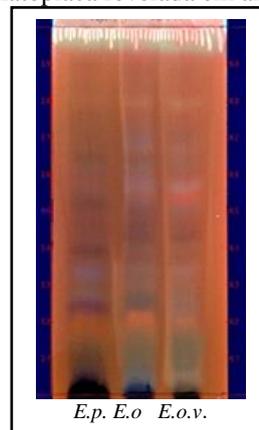
As cromatoplaças reveladas com vanilina sulfúrica apresentaram os seguintes *R_f*s, para *E.O* (0,18; 0,26; 0,43; 0,54) e apresentando manchas de coloração avermelhada, bem como azul-esverdeado nas três espécies em que os *R_f*s podem ser observados na figura - 13, observa-se ainda que as bandas de coloração azul-esverdeado estão presentes nas três espécies com o mesmo *R_f*: 0,18, sendo com maior destaque nas duas espécies de *E. oleracea*.

Figura 13 – Cromatoplaca revelada em Vanilina Sulfúrica

Fonte: Autor (2022).

Estas colorações quando reveladas com vanilina sulfúrica são indicativos de substâncias de protocianidinas e catequinas (coloração avermelhadas) e quando coloração azul/verde/roxo indica a presença de terpenos, fenóis e derivados fenilpropanóides, além da cor verde ser indicativa da presença de ácidos graxos (RODRIGUES et al., 2009; GUIMARÃES 2005).

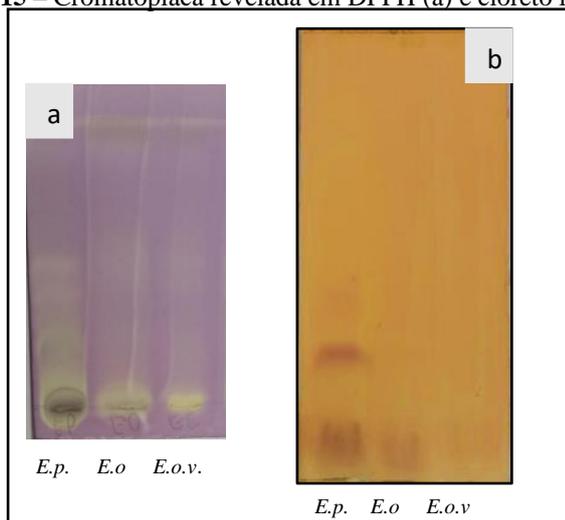
Quando reveladas em anisaldeído observa-se muitas bandas coloridas com cores roxo; alaranjados; esverdeados; avermelhados; amarelo claro; lilás; marrom com diferentes *R_f*s. (figura - 14).

Figura 14 – Cromatoplaca revelada em anisaldeído sulfúrico

Fonte: Autor (2022).

O revelador anisaldeído é indicado para identificar açúcares, também considerado revelador “quase” universal para quase todas as substâncias, em particular terpenos e derivados de policetídeos, o que explica a presença de diversas bandas (GUIMARÃES 2005).

Figura 15 – Cromatoplaca revelada em DPPH (a) e cloreto férrico (b)



Fonte: Autor (2022).

Os extratos revelados em DPPH• (figura 15 a) apresentam rastros de cor amarelados, o que indica a capacidade inibitória de radicais, sendo mais intensa na espécie de *E. precatória*. Já a cromatoplaca revelada em cloreto férrico (figura 15 b), apresenta uma banda de tom marrom/avermelhado, são de indicativos de substâncias fenólicas com Rf de 0,28.

4.3 Ensaio Antioxidantes *in vitro*

4.3.1 Atividade antioxidante pelo método de DPPH• e ABTS•+

Os métodos de DPPH• e ABTS•+ baseiam-se na habilidade redutora dos antioxidantes presentes nas amostras, sobre os radicais por meio de transferência de elétrons, a qual é mensurada por meio do decréscimo da absorvância (OLIVEIRA, 2015)

Os ensaios *in vitro* como capacidade de sequestro dos radicais DPPH•, são indicados para uma análise rápida de verificar a capacidade antioxidante de uma determinada amostra. É sábio dizer que independente do teste ou do método a ser utilizado nas análises de determinação da capacidade antioxidante, podem estar sujeitas a interferências e/ou erros de manipulação e, conseqüentemente a análise dos resultados, faz necessário a verificação de outros testes como complemento a este, em que podem ser feitos os ensaios contra o radical ABTS•+, é indicado como um método mais rápido que o DPPH• (OLIVEIRA, 2015; SUCUPIRA et al., 2012; HUANG et al., 2005).

Na tabela 7 estão presentes os resultados dos ensaios realizados com os extratos hidroalcoólicos das espécies deste projeto, com o intuito de verificar a capacidade de sequestro do radical DPPH• em 50% da concentração de inibição das amostras.

Tabela 7 - Atividade antioxidante dos extratos do genero *Euterpe*

Extratos (1 mg/mL)	DPPH• /IC ₅₀	ABTS•+/ IC ₅₀
EHEP	70,1 ± 2,9	41,6±3,0
EHEO	472,2 ± 2,4	89,4±2,2
EHOv	216,3 ± 6,7	58,8±1,9
EHEPPL	64,3± 1,8	39,8±0,1
EHEOPL	83,8 ± 2,1	43,4±0,8
Padrão Ácido Gálico	14,7 ± 1,3	10,11±0,1

Fonte: Autor (2022).

Legenda: (EHEP) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria*; (EHEO) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea*; (EHOv) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* var. verde; (EHEPPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria* polpa liofilizada; (EHEOPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* polpa liofilizada.

O DPPH é um radical estável que, quando em reação com substâncias com atividade antioxidante, é convertido em 2,2-difenil-1-picril hidrazina, resultando na descoloração e redução do valor de absorbância visual no espectrofotômetro. Uma fração de extrato que, nas condições do teste, poderá reduzir em 50% a absorbância da solução de DPPH, estará diminuindo pela metade a capacidade de oxidação do radical. Dessa forma, um extrato que apresenta uma elevada capacidade de sequestrar radicais livres, apresenta um valor baixo de IC₅₀ (VIEIRA et al., 2010).

O ensaio da atividade antioxidante contra o radical livre DPPH•, mostrou que os extratos de *E. precatoria* apresentaram melhor atividade quando comparadas ao padrão, apresentando valores de IC₅₀ 70,1 e 64,3 para EHEP e EHPPL, respectivamente. Os extratos da espécie de *E. oleracea* obtiveram os seguintes valores respectivos de IC₅₀ EHEO e EHEOPL, 472,2 e 83,8. O valor expresso para EHEO pode estar ligado a erros de manipulação do analista, ou a possível oxidação da amostra.

Carvalho et al. (2016) obtiveram os seguintes valores em análises de DPPH para três amostras de polpas comerciais de *Euterpe oleracea* liofilizadas comerciais 68,45; 44,36 e 71,54 e para amostras conhecidas obtiveram os valores de 17,86; 25,64 e 34,62 de três amostras. Valores próximos ao encontrado nesta pesquisa para a mesma espécie. Na pesquisa de Lima et al. (2012), quando testada a atividade antioxidante para a espécie de *E. edulis* tiveram o valor de IC₅₀ de 67,95, valor próximo ao encontrado no extrato de *E. precatoria*.

Quando comparados esses resultados com o padrão (Ácido gálico), observa-se diferenças entre o padrão e os extratos, porém não significa que os extratos de açaí não conseguiram inibir o radical, mas que os extratos têm baixo percentual de inibição. O que vale reforçar a verificação com outro tipo de teste antioxidante.

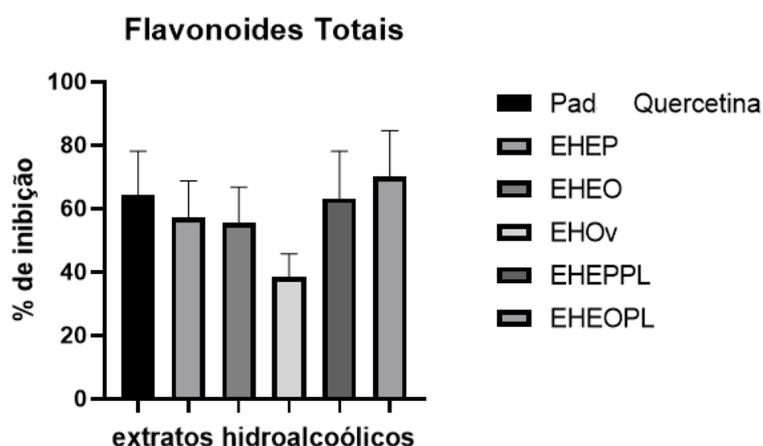
Na tabela 7 ainda possível observar a média de inibição dos extratos hidroalcoólicos de açai, para os ensaios contra o radical ABTS•+. O percentual variou de 39,8±0,1 a 89,4±2,2, em comparação com o padrão ácido gálico. Observam-se bons resultados deste teste, sendo que os extratos de EHEP e EHEPPL apresentaram melhores valores que as demais amostras. Nos estudos de Lisboa et al. (2022) foram encontrados valores de 40,48±12,19 µM ET/g para espécie de *E. oleracea* e 60,52±21,93 µM ET/g para *E. precatória*. Valores muito próximos aos extratos das popas liofilizadas da mesma espécie deste estudo.

4.4 Testes Biológicos

4.4.1 Teste quantitativo de Fenóis e Flavonóides Totais

Os extratos das espécies de açai foram submetidos ao teste de Fenóis e Flavonóides totais. Os resultados foram comparados com os seus respectivos padrões (gráfico 1 e 2).

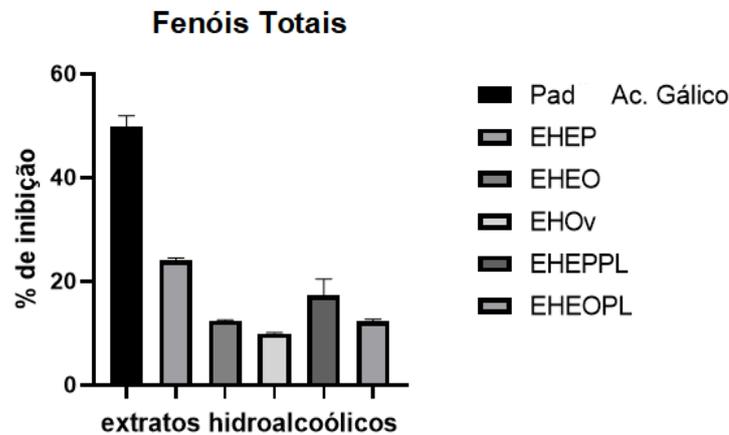
Gráfico 1 – Média de inibição de flavonoide totais dos extratos do genero *Euterpe*



Fonte: Autor (2022).

Legenda: (EHEP) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatória*; (EHEO) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea*; (EHOv) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* var. verde; (EHEPPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatória* polpa liofilizada; (EHEOPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* polpa liofilizada.

Gráfico 2 – Média de inibição de fenóis totais dos extratos do genero *Euterpe*



Fonte: Autor (2022).

Legenda: (EHEP) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria*; (EHEO) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea*; (EHOv) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* var. verde; (EHEPPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria* polpa liofilizada; (EHEOPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* polpa liofilizada.

No teste de flavonoides totais foram observados valores de inibição de 55% e 70%, respectivamente para as amostras de EHEO, EHEOPL. Já para as espécies de *E. precatoria* foram encontrados valores de 57% para o extrato EHEP, 66% para os extratos da polpa liofilizada EHEPPL e 38% para o extrato de *E. oleracea* var. verde. Em comparação com o padrão que teve valor de inibição de 64% os extratos de *E. precatoria* obtiveram maior semelhança ao padrão utilizado.

A presença de flavonoides nestas espécies de açaí também é confirmada quando foram submetidas a análises qualitativas por cromatografia em camada delgada, utilizando o revelador NP/PEG, observou-se a presença de substâncias fluorescentes, que são indicativas de flavonoides. Nos estudos de Lisboa et al. (2022) observou-se média de $213,36 \pm 57,04$ mg QC/100 g para a espécie de *E. oleracea* e $234,00 \pm 65,81$ mg QC/100 g para *E. precatoria*.

Nos testes de Fenóis totais as porcentagens de inibição foram de 24%, 12%, 10%, 19% e 12% para EHEP, EHEO, EHOv, EHEPPL e EHEOPL, respectivamente, em comparação com o padrão que expressa o percentual de 47%. Esta variação de valores pode ser atribuída a manipulação da execução dos testes, havendo influência nos resultados. Os teores de compostos fenólicos no trabalho de Cabral (2020) variaram para espécie de *E. oleracea* ($660-950$ mg de ácido gálico.100g⁻¹). Já Lisboa et al. (2022) encontraram valores para *E. oleracea* e *E. precatoria* de $994,77 \pm 217,86$ mg EAG/100 g e $1466,13 \pm 527,41$ mg EAG/100 g, respectivamente.

4.5 Cromatografia Líquida Acoplada a Espectrometria de Massas (UHPLC-MS/MS)

Os espectrogramas foram obtidos usando a fonte eletrospray (ESI), o analisador do tipo íon trap (IT) ou armadilha de íons, funcionando como um filtro que aprisiona os íons de interesse, e atuando no modo positivo e negativo. As amostras foram injetadas por injeção direta como descrito na metodologia. Utilizou dessa técnica a fim de analisar o perfil dos extratos na identificação de compostos fenólicos e flavonoides presentes nos mesmos.

Na tabela 8 é possível observar os principais m/z identificados nas espécies do gênero *Euterpe*.

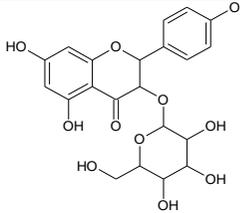
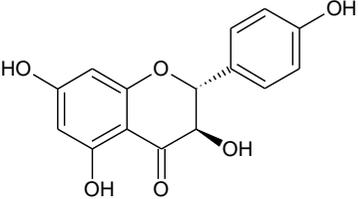
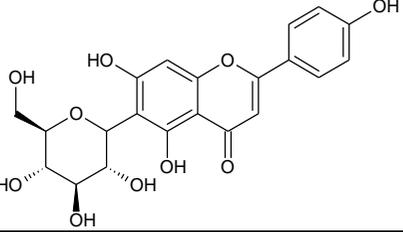
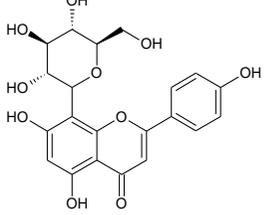
Tabela 8 – Identificação dos íons (m/z) de *Euterpe* spp

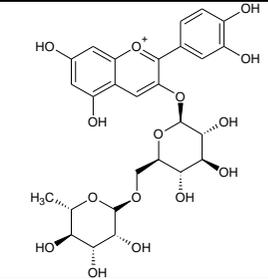
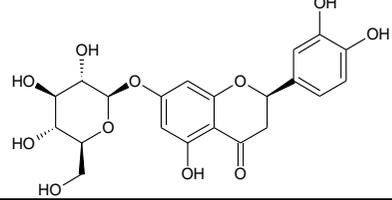
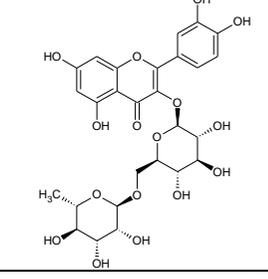
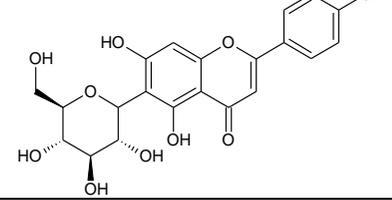
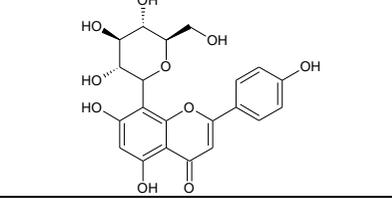
Extratos (1 mg/mL)	Íon ESI modo (-)	Íon ESI modo (+)
EHEP	593,15; 611,16; 449,11; 609	595,17
EHEO	431,19; 447,09; 299,05; 609	-
EHOv	431,19; 447,09; 461; 299,05	-
EHEPPL	449,11; 287,06	-
EHEOPL	449,11; 431,24	-

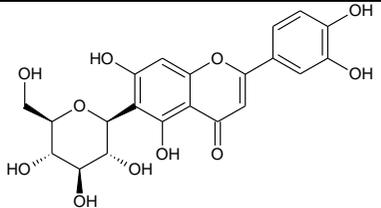
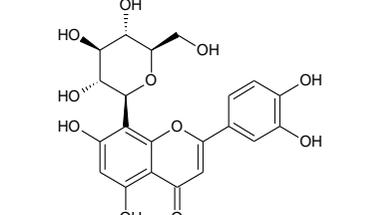
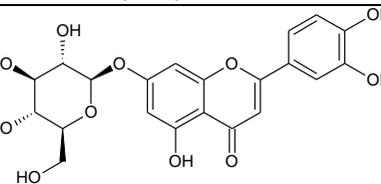
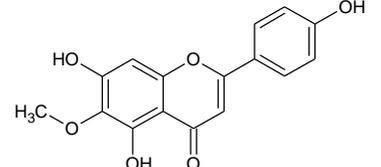
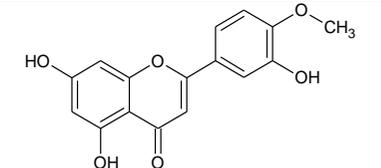
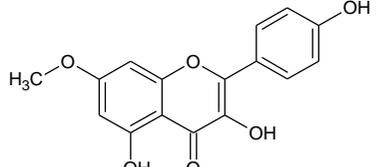
Fonte: Autor (2023).

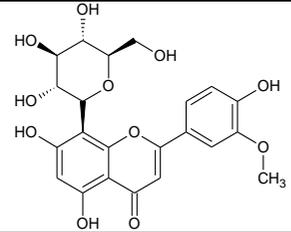
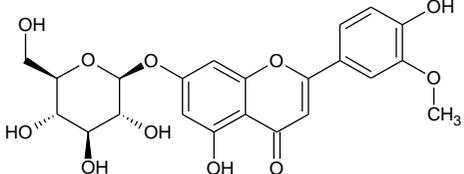
Legenda: (EHEP) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria*; (EHEO) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea*; (EHOv) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* var. verde; (EHEPPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe precatoria* polpa liofilizada; (EHEOPL) Extrato hidroalcoólico de *Euterpe oleracea* polpa liofilizada.

Quadro 1 - Íons detectados nos extratos hidroalcoólico e polpa liofilizadas das espécies de *Euterpe spp*

Amostras analisadas no modo positivo e negativos com suas respectivas fragmentações								
Amostra	Íon ESI +	MS ² modo -	Íon ESI -	MS ² modo -	Substância	Estrutura da substância	Espécies detectada	Referência
<i>E. precatória</i> (polpa liofilizada) <i>E. oleracea</i> (polpa liofilizada)	-	-	449,11	287, 269, 259, 179, 169, 151	Dihidrokaempferol glicosídeo		<i>E. edulis</i>	Barroso et al., 2019
<i>E. precatória</i> (polpa liofilizada)	-	-	287,06	269, 259, 243, 202, 201, 179, 177, 151, 125	Dihidrokaempferol		<i>E. edulis</i>	Barroso et al., 2019
<i>E. oleracea</i> (polpa liofilizada)	-	-	431,24	341, 311, 283, 223, 226, 164, 158, 153, 130, 125	Isovitexina		<i>E. oleracea</i> <i>E. precatória</i>	Pacheco-Palencia et al., 2009; Schulz et al., 2021
					vitexina			

<i>E. precatória</i> (Extrato hidroalcoólico)	595,17	287,05	593,15 611,16	284; 285 475, 285, 241, 149	Cianidina-3- rutinosídeo		<i>E. oleracea</i> <i>E. precatória</i> <i>E. edulis</i>	Brito et al., 2007.
<i>E. precatória</i> (Extrato hidroalcoólico)	-	-	449,11	381, 329, 287, 269, 259, 179, 151, 135	eridictiyl-7-O- glicosídeo		<i>E. edulis</i> ; <i>E. precatória</i>	Barroso et al., 2019; Pacheco- Palencia et al., 2009; Schulz et al., 2021
<i>E. precatória</i> (Extrato hidroalcoólico)	-	-	609	523, 327, 300, 283, 275, 269, 257, 215, 191, 171	Rutina		<i>E. precatória</i>	Schulz et al., 2021
<i>E. oleracea</i> (Extrato hidroalcoólico)	-	-	431,19	341, 311, 283, 223, 164, 158, 153, 119, 113, 101, 89, 71	Isovitexina		<i>E. oleracea</i> <i>E. precatória</i>	Pacheco- Palencia et al., 2009; Schulz et al., 2021
<i>E. oleracea</i> var. verde (Extrato hidroalcoólico)					Vitexina			

<i>E. oleracea</i> (Extrato hidroalcoólico) <i>E. oleracea</i> var. verde (Extrato hidroalcoólico)	-	-	447,09	357, 327, 311, 297, 285, 174	Isoorientina		<i>E. oleracea</i> ; <i>E. precatória</i>	Pacheco-Palencia et al., 2009; Schulz et al., 2021
					Orientina			
					Luteolina-7-glicosídeo			
<i>E. oleracea</i> (Extrato hidroalcoólico) <i>E. oleracea</i> var. verde (Extrato hidroalcoólico)	-	-	299,05	284, 255, 227, 137	Hispidulina,		<i>E. edulis</i> <i>E. oleracea</i>	Schulz et al., 2015; Gordon et al., 2012
					Crisoeriol			
					Rhamnocitrina			

<i>E. oleracea</i> (Extrato hidroalcoólico)	-	-	609	447, 369, 327, 315, 300, 293, 283, 275, 255, 171	Rutina (verificar discussão)	-	<i>E. precatória</i>	Schulz et al., 2021
<i>E. oleracea</i> var. verde (Extrato hidroalcoólico)	-	-	461	446, 371, 341, 325, 298, 299, 279 e 181	scoparina;		<i>E. oleracea</i>	Pacheco-Palencia et al., 2009; Gordon et al., 2012
					crisoeriol-7-glicosídeo			

Fonte: Autor (2023).

4.5.1 Perfil das Polpas Liofilizadas de *E. precatoria* e *E. oleracea* por Espectrometria de Massas

O perfil dos espectros apresentou similaridade no íon 449 m/z no modo negativo de ionização encontrados nas duas espécies de açaí.

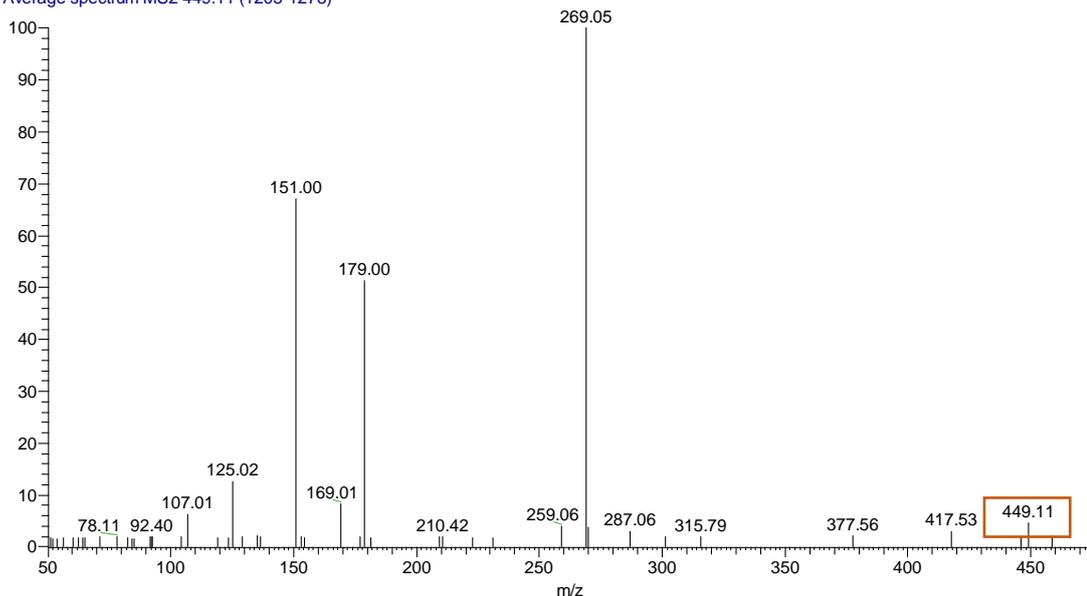
Amostra – *E. precatoria* polpa liofilizada

Íon 449 m/z

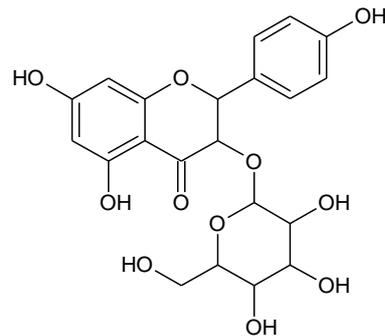
O espectro apresenta (figura 16) o íon 449 m/z pode ser associado às estruturas: taxifolina-3-rhaminoside e taxofolin deoxyhexose, que já foram relatadas em *E. precatoria* (PACHECO-PALENCIA et al., 2009). A partir dos dados de fragmentação (287, 269, 259, 179, 169, 151 m/z) foi observado que os fragmentos correspondiam a outro flavonóide que não foi relatado para *E. precatoria*, o dihidrokaempferol glicosídeo (figura 17) já descrito na espécie *E. edulis* (BARROSO et al., 2019). O fragmento 287 m/z é associado a perda do glicosídeo 162 Da ($C_6H_{10}O_6$), o fragmento 269 m/z é correlacionado a perda de H_2O (18 Da), o fragmento 259 é associado a perda de CO (28 Da) e o fragmento 151 m/z é correlacionado a clivagem do anel C.

Figura 16 - Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo de ionização

Y1 #1205-1278 RT: 4.61-4.91 AV: 2 NL: 1.18E5
T: Average spectrum MS2 449.11 (1205-1278)



Fonte Autor (2023).

Figura 17 – Molécula do dihidrokaempferol glicosídeo

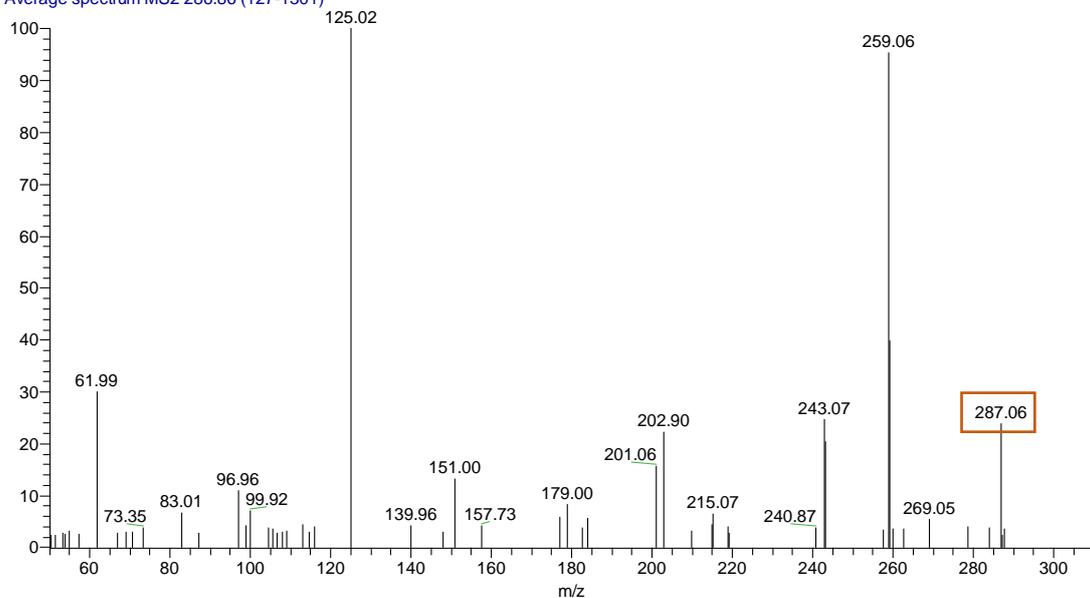
Fonte: Autor (2023).

Íon 287 m/z

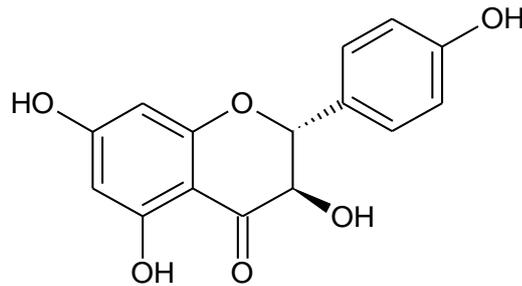
O íon 287 m/z (figura 18) pode ser associado à estrutura dihidrokaempferol (figura 19) já descrito na espécie *E. edulis*. Os dados de fragmentação foram comparados com os dados da literatura e a estrutura foi confirmada pelos fragmentos m/z 269, 259, 243, 202, 201, 179, 177, 151, 125 m/z (BARROSO et al., 2019; BUZGAIA et al., 2021; SILVA et al., 2021d). O fragmento 269 m/z é correlacionado a perda de H_2O (18 Da), o fragmento 259 m/z é associado a perda de CO (28 Da) e o fragmento 151 m/z é correlacionado a clivagem do anel e o fragmento 177 é correlacionado a clivagem da ligação entre o anel C e B do flavonoide.

Figura 18 - Espectro de massas ms^2 do íon 287 m/z no modo negativo de ionização

Y1 #127-1301 RT: 0.38-5.00 AV: 2 NL: 5.85E4
T: Average spectrum MS2 286.86 (127-1301)



Fonte: Autor (2023).

Figura 19 – Molécula do dihidrokaempferol

Fonte: Autor (2023).

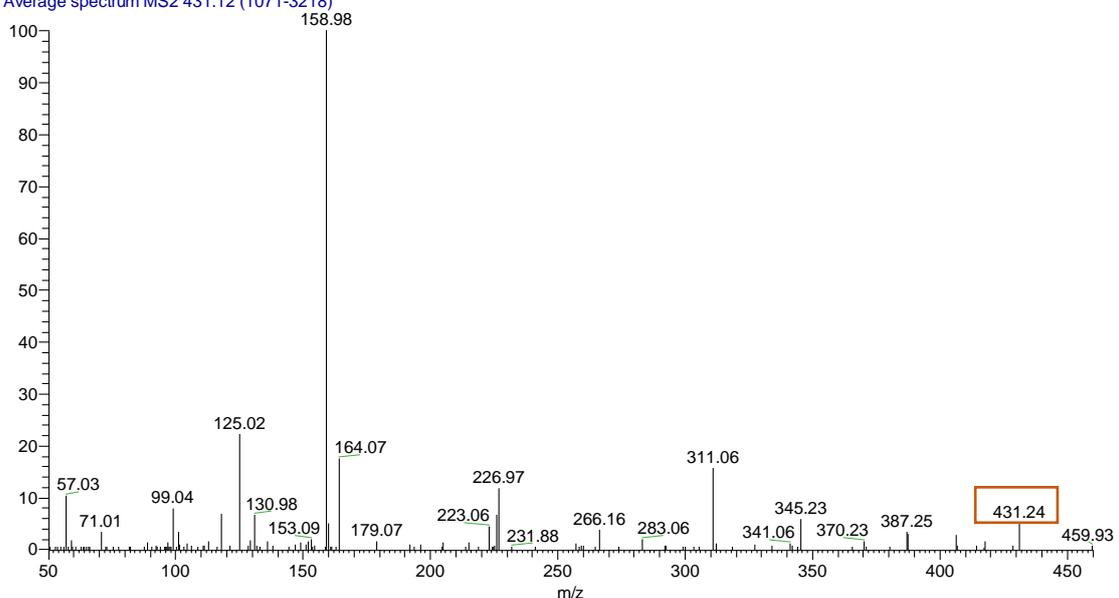
Amostra – *E. oleracea* polpa liofilizada

Íon 431 m/z

O íon 431 detectado no modo negativo de ionização (figura 20) foi associado aos isômeros isovitexina (1) e vitexina (2) (figura 21), ambas as estruturas já foram relatadas na espécie *E. oleracea* e apenas a isovitexina já foi relatada para espécie *E. precatória*. Realizou-se a comparação com a literatura, porém ambas as estruturas possuem fragmentação semelhante 341, 311, 283 (SCHULZ et al., 2021; CHEN et al., 2016; PACHECO-PALENCIA et al., 2009). Os fragmentos 341, 311 são associados a perdas de 90, 120 Da, que são característicos da clivagem do anel da glicose do flavonóide (YUAN et al., 2021).

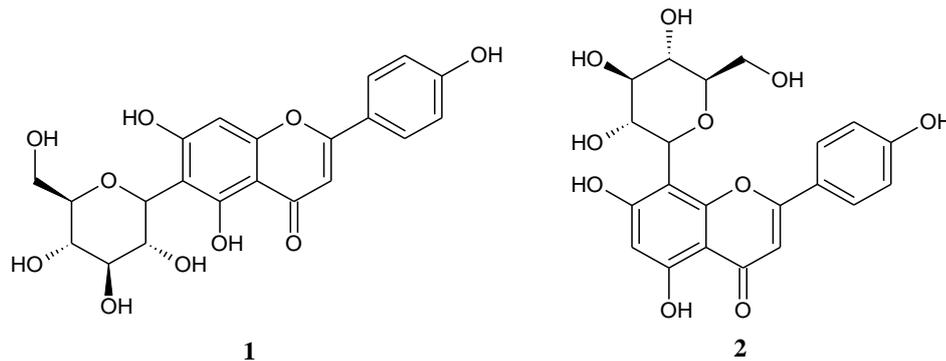
Figura 20 – Espectro de massas ms^2 do íon 431 m/z no modo negativo

Y2 #1071-3218 RT: 3.96-10.84 AV: 9 NL: 8.54E4
T: Average spectrum MS2 431.12 (1071-3218)



Fonte: Autor (2023).

Figura 21 – Estruturas das substâncias isovitexina (1) e vitexina (2)



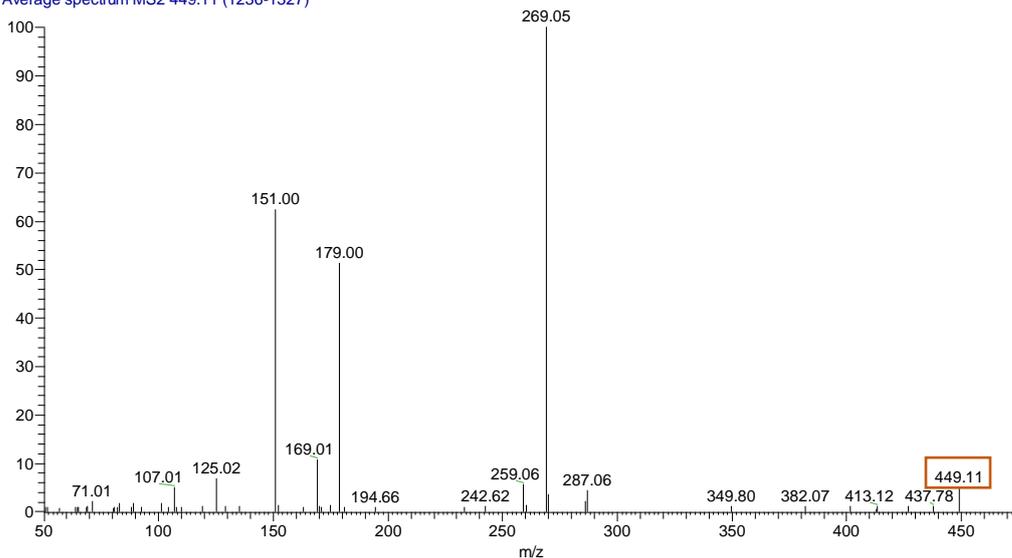
Fonte: Autor (2023).

Íon 449 m/z

No espectro (figura 22) foi encontrado o íon 449 que corresponde a dihidrokaempferol glicosídeo que ainda não foi relatado para *E. oleracea*, porém já foram relatados outros íons de estruturas isoméricas: astilbin e taxofolin deoxyhexose (SCHULZ et al., 2021; PACHECO-PALENCIA et al., 2009).

Figura 22 – Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo

Y2 #1236-1327 RT: 4.61-4.95 AV: 3 NL: 1.51E5
T: Average spectrum MS2 449.11 (1236-1327)



Fonte: Autor (2023).

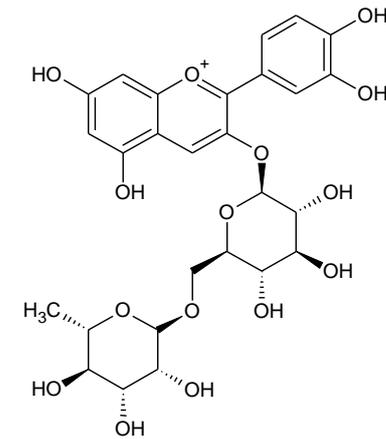
Amostra - Extrato hidroalcoólico de *E. precatória*

O perfil espectrométrico dos constituintes dos extratos hidroalcoólicos de *E. precatória* apresentou picos 593, 611, 449, 609 no modo negativo de ionização e íon 595 no modo positivo de ionização.

Íon 595 m/z (ESI +)

O Íon 595 m/z (figura 24) foi associado à antocianina cianidina-3-rutinosídeo (figura 23), que é descrita para as espécies *E. oleracea*, *E. precatória* e *E. edulis* (SCHULZ et al., 2021). Essa estrutura foi detectada também no modo negativo de ionização pelos íons 593 m/z $[M-2H]^-$ e 611 m/z $[M-2H + H_2O]^-$ (figura 25) $[M-2H + H_2O]^-$ (figura 26). Em ambos os modos de ionização foram observados fragmentos característicos da cianidina-3-rutinosídeo.

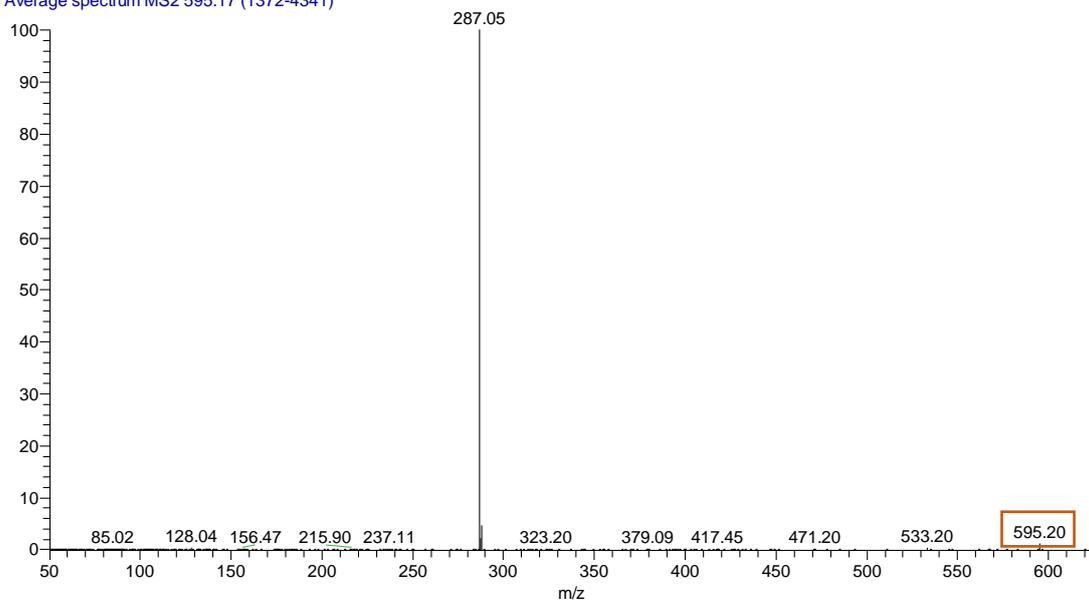
Figura 23 – Estruturas da substância Cianidina-3-rutinosídeo



Fonte: Autor (2023).

Figura 24 – Espectro de massas ms^2 do íon 595 m/z no modo positivo

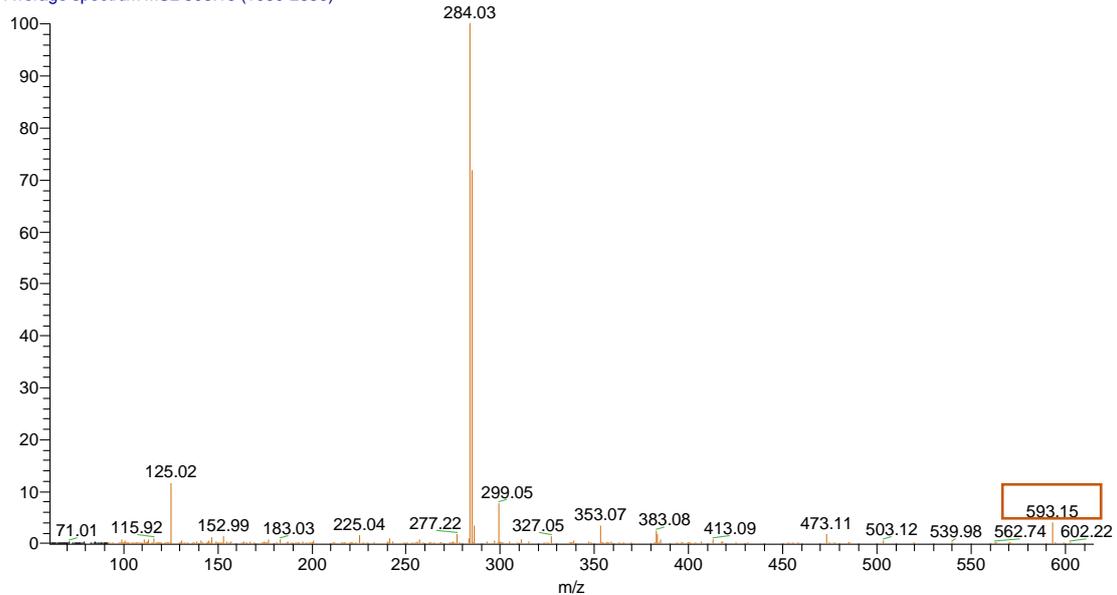
pos_Y4 #1372-4341 RT: 3.66-9.24 AV: 30 NL: 2.78E6
T: Average spectrum MS2 595.17 (1372-4341)



Fonte: Autor (2023).

Figura 25 – Espectro de massas m/z do íon 593 m/z no modo negativo

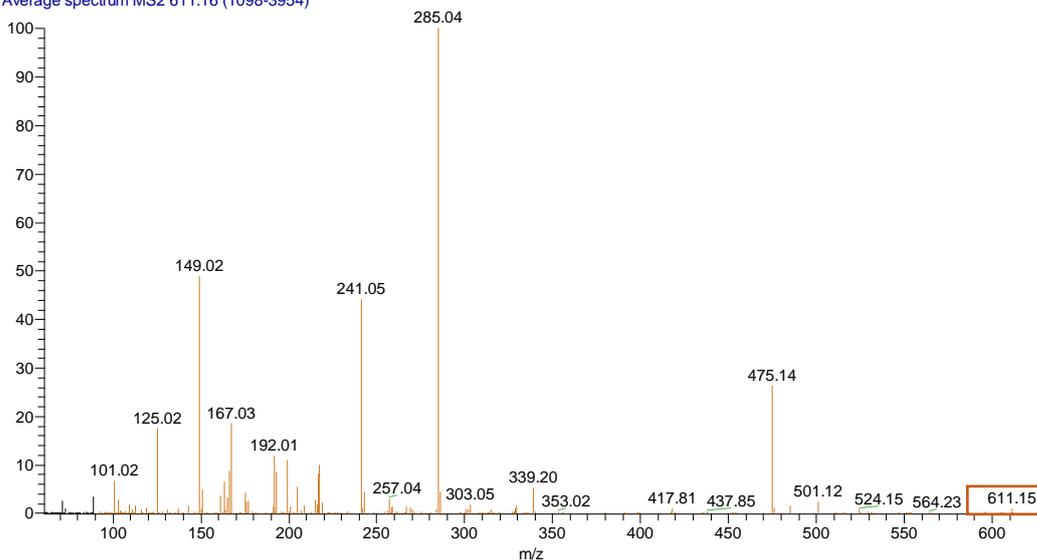
Y4 #1050-2886 RT: 3.69-8.83 AV: 20 NL: 3.71E5
 T: Average spectrum MS2 593.15 (1050-2886)



Fonte: Autor (2023).

Figura 26 – Espectro de massas m/z do íon 611 m/z no modo negativo

Y4 #1098-3954 RT: 3.83-11.00 AV: 15 NL: 2.18E5
 T: Average spectrum MS2 611.16 (1098-3954)



Fonte: Autor (2023).

Íon 449 m/z

O íon 449 m/z detectado em *E. precatória* foi correlacionado dihidrokaempferol glucosídeo, taxofolina deoxyhesose e taxofolina-3-rhamnoside que são estruturas relatadas em *E. edulis*, *E. precatória* e *E. oleracea*, respectivamente (PACHECO-PALENCIA et al., 2009; SCHULZ et al., 2021; BARROSO et al., 2019). Realizou-se a comparação dessas estruturas com o espectro de fragmentação desse íon, porém observou-se que a fragmentação não

coincidia com essas estruturas. A partir do espectro de fragmentação do íon 449 m/z (figura 28) sugere-se a estrutura do eridictyol-7-O-glicosídeo (figura 27), devido à presença dos fragmentos: 287, 151 e 135. O fragmento 287 pode ser associado à aglicona do eridictyol, formado a partir da perda de 162 Da do glicosídeo; os fragmentos 151 e 135 são característicos da clivagem do anel C do eridictyol (pelo mecanismo Retro Diels Alder) (ESCOBAR-AVELLO et al., 2019).

Figura 27 – Estrutura do eridictyol-7-O-glicosídeo

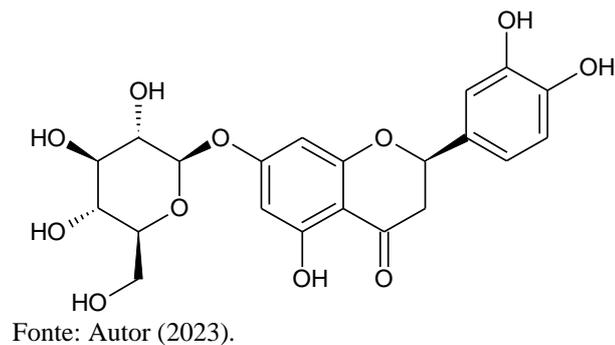
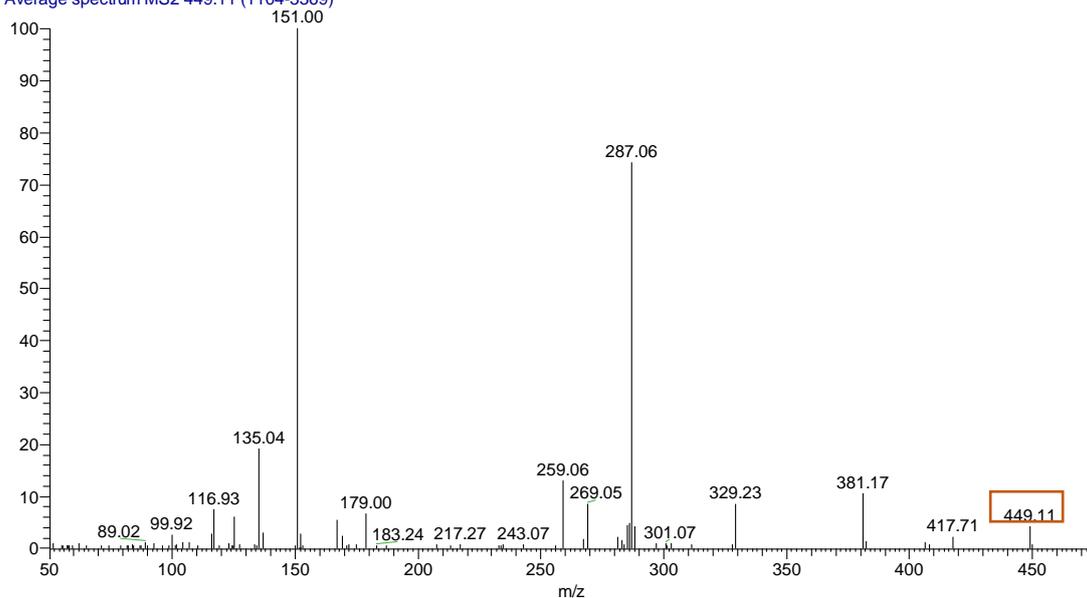


Figura 28 – Espectro de massas ms^2 do íon 449 m/z no modo negativo

Y4 #1104-3369 RT: 3.85-9.80 AV: 6 NL: 1.24E5
T: Average spectrum MS2 449.11 (1104-3369)



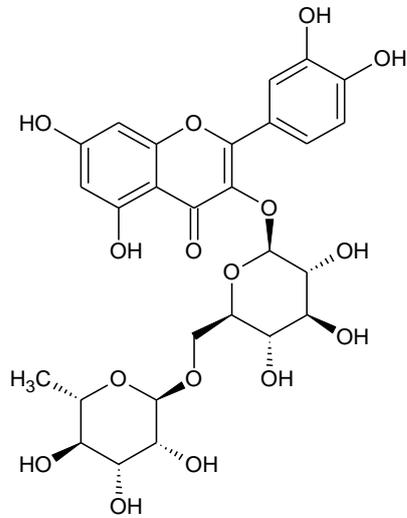
Fonte: Autor (2023).

Íon 609 m/z

O íon 609 m/z detectado em *E. precatória* (figura 30) foi associado a rutina, que é um flavonóide glicosilado relatado nas espécies *E. edulis* e *E. oleracea*. Os dados de fragmentação foram comparados com a literatura, a partir dos fragmentos 523, 300, 283, 271, 257 e 215 foi

confirmada a estrutura da rutina (figura 29) (BARROSO et al., 2019). O fragmento 300 m/z é relacionado à perda do açúcar da molécula (309 Da).

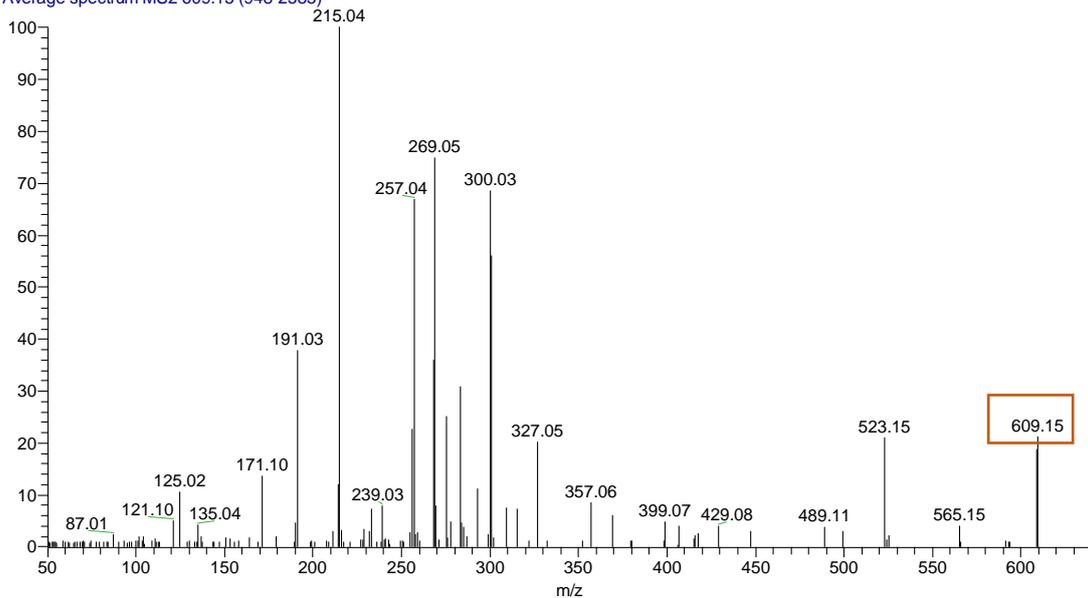
Figura 29 – Estrutura da rutina



Fonte: Autor (2023).

Figura 30 – Espectro de massas ms^2 do íon 609 m/z no modo negativo

Y4 #948-2585 RT: 3.39-8.07 AV: 8 NL: 6.40E4
T: Average spectrum MS2 609.15 (948-2585)



Fonte: Autor (2023).

Amostra - Extrato hidroalcoólico de *E. oleracea* (roxo)

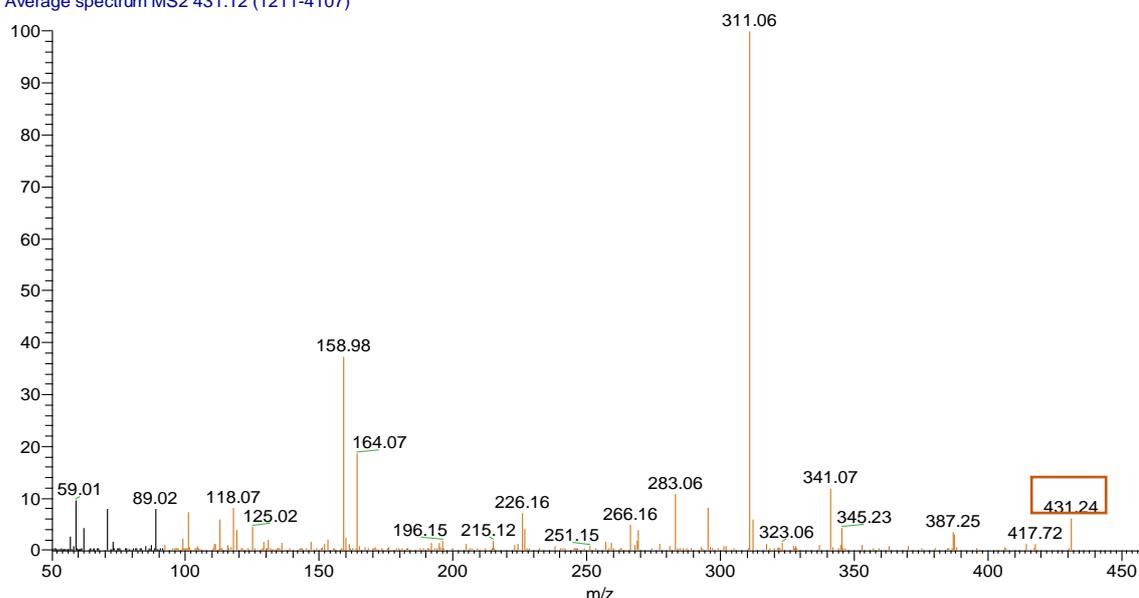
O perfil espectrométrico dos constituintes dos extratos hidroalcoólicos de *E. oleracea* apresentou picos 431, 447, 299, 609 no modo negativo de ionização.

Íon 431

O íon 431 m/z (figura 31) foi detectado em três tempos de retenção (4,16; 5,32 e 5,56 min) esse íon foi associado às estruturas isovitexina (1) e vitexina (2), (figura 21) ambas as estruturas já foram relatadas na espécie *E. oleracea* e apenas a isovitexina já foi relatada para espécie *E. precatória*. Realizou-se a comparação com a literatura, porém ambas as estruturas possuem fragmentação semelhante 341, 311, 283 e 269 (SCHULZ et al., 2021; CHEN et al., 2016; PACHECO-PALENCIA et al., 2009). Os fragmentos 341, 311 e 281 são associados a perdas de 90, 120 e 150 Da, que são característicos da clivagem do anel da glicose do flavonóide. E fragmentos 269 que indica à perda de 162 Da, correspondente a perda da glicose e evidencia que é um flavonóide glicosilado derivado da apigenina (YUAN et al., 2021).

Figura 31 – Espectro de massas ms^2 do íon 431 m/z no modo negativo

Y5 #1211-4107 RT: 4.06-10.88 AV: 19 NL: 1.03E5
T: Average spectrum MS2 431.12 (1211-4107)

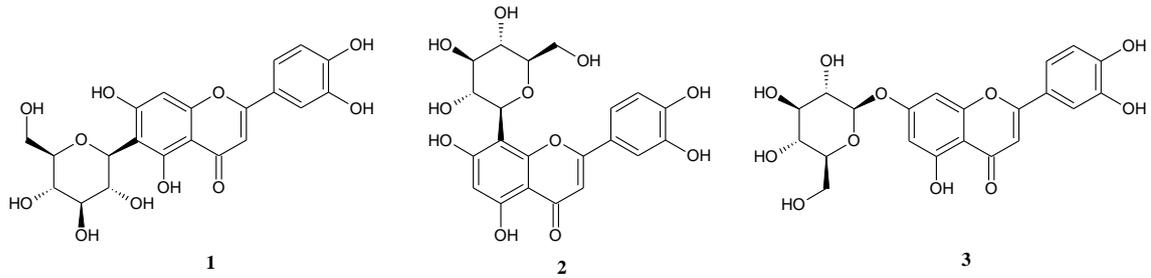


Fonte: Autor (2023).

Íon 447

O íon 447 m/z (figura 33) foi associado às estruturas isoméricas dos flavonóides: isoorientina (1), orientina (2) e luteolina-7-glicosídeo (3) (figura 32), que são estruturas descritas na espécie *E. oleracea* (PACHECO-PALENCIA et al., 2009; SCHULZ et al., 2021). O espectro de massas de fragmentação do íon 447 gerou os fragmentos 357, 327, 311, 297, 285 e 174; esses fragmentos foram comparados com a literatura e assim foi confirmada a estrutura da orientina (CHEN et al., 2016; YUAN et al., 2021). Os fragmentos 357, 327 e 297 são associados a perdas de 90, 120 e 150 Da, que são característicos da clivagem do anel da glicose do flavonóide. E o fragmento 285 que indica à perda da glicose.

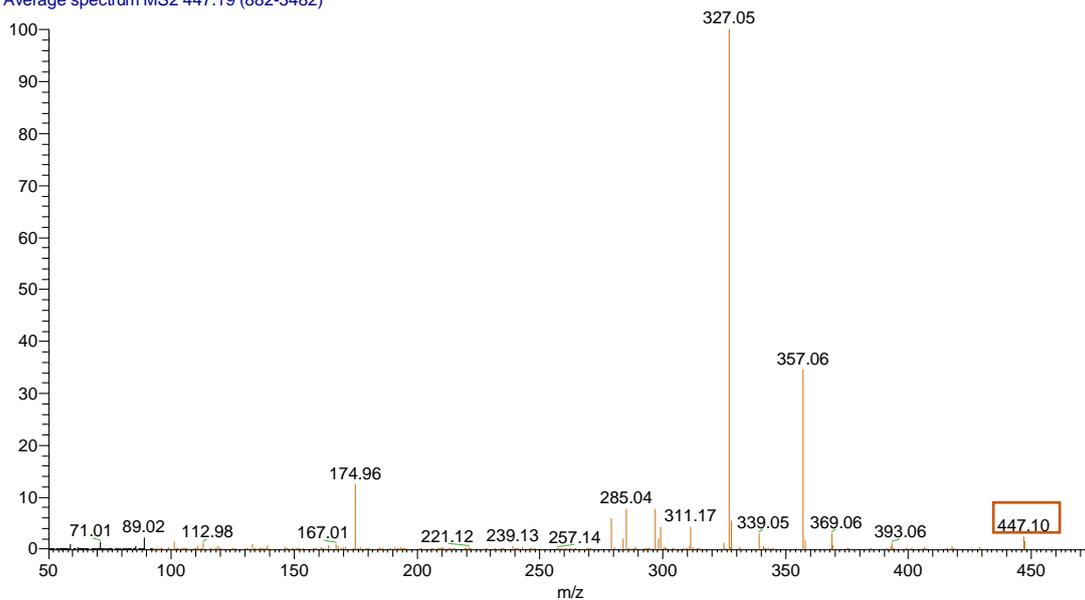
Figura 32 – Estruturas das substâncias isoorientina (1), orientina (2) e luteolina-7-glicosídeo (3)



Fonte: Autor (2023).

Figura 33 – Espectro de massas m/z do íon 447 m/z no modo negativo

Y5 #882-3482 RT: 3.05-9.65 AV: 17 NL: 4.16E5
T: Average spectrum MS2 447.19 (882-3482)

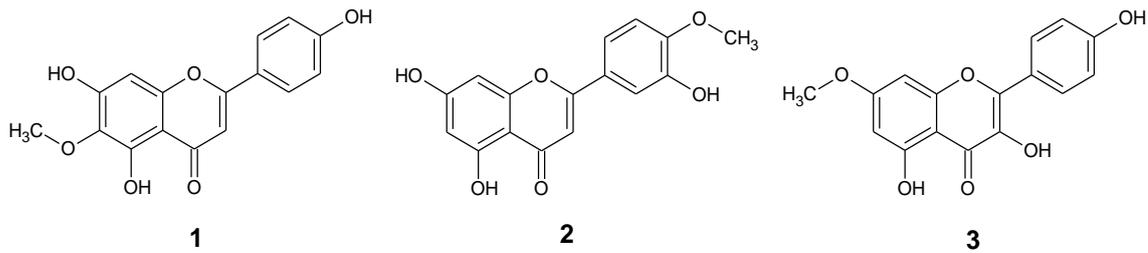


Fonte: Autor (2023).

Íon 299 m/z

O íon 299 m/z (figura 35) pode ser associado aos isômeros hispidulina (1), crisoeriol (2) e rhamnocitirina (3) (figura 34). A hispidulina já foi descrita na espécie *E. edulis* e o crisoeriol já foi relatado na espécie *E. oleracea* (SCHULZ et al., 2015; GORDON et al., 2012). O espectro gerou os íons: 284, 255, 227 e 137 m/z . O íon mais abundante relatado para esses isômeros é o 284, que é associado ao a perda do grupo metila (15 Da)

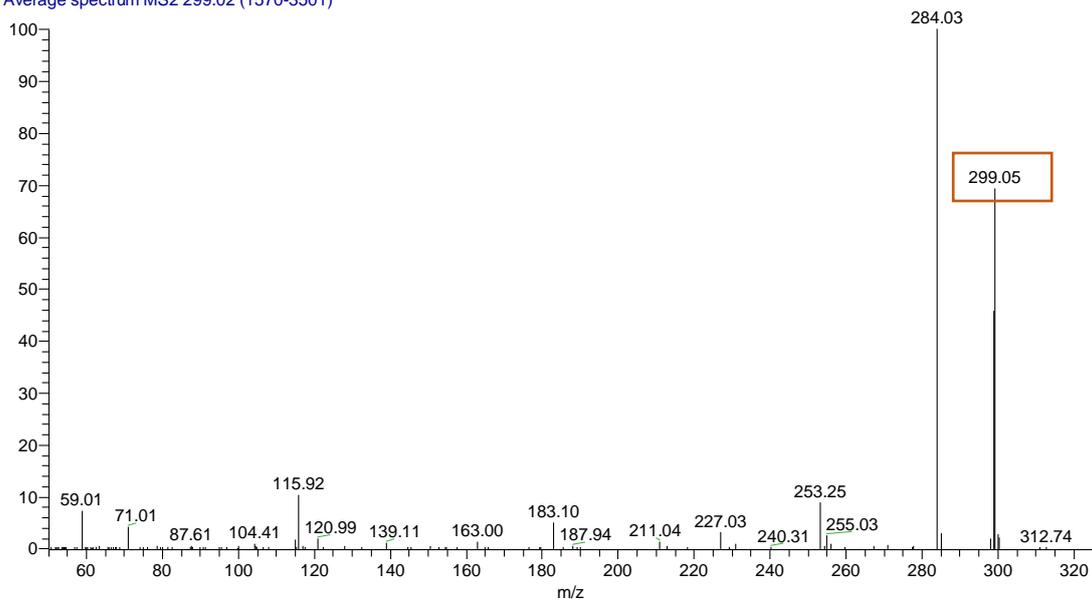
Figura 34 – Estruturas das substâncias isômeros hispidulina (1), crisoeriol (2) e rhamnocitirina (3)



Fonte: Autor (2023).

Figura 35 – Espectro de massas m/z do íon 299 m/z no modo negativo

Y5 #1570-3501 RT: 4.76-9.68 AV: 9 NL: 1.13E5
T: Average spectrum MS2 299.02 (1570-3501)



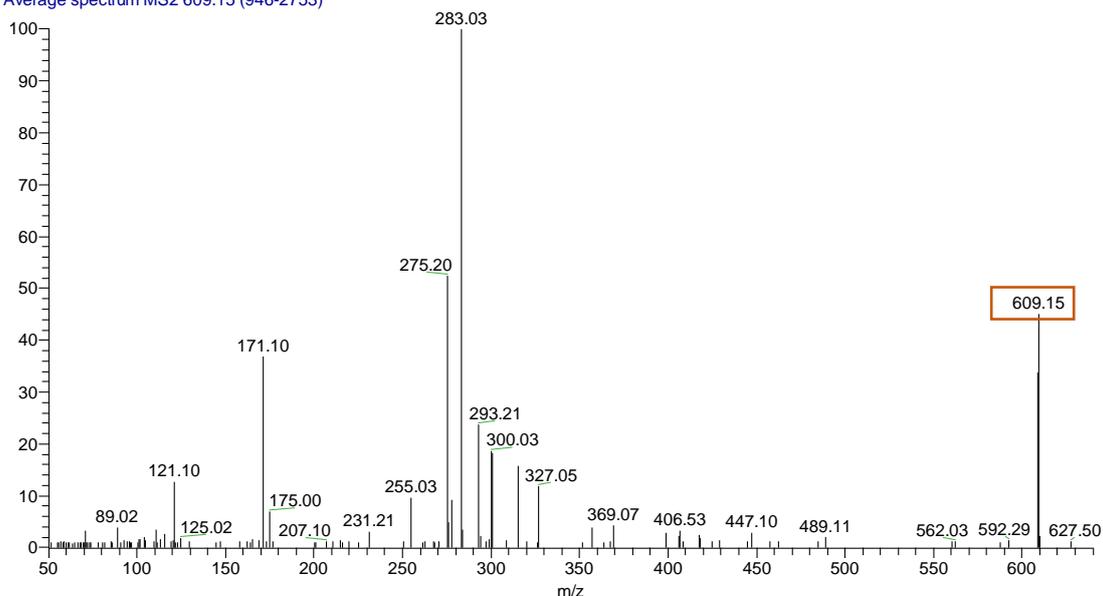
Fonte: Autor (2023).

Íon 609

Foi detectado o íon 609 m/z (figura 36) que foi comparado com as substâncias já descritas para a espécie *E. oleracea* e foi associado a rutina. Realizou-se a análise dos dados de fragmentação desse íon e chegou-se à conclusão de que esse íon não corresponde a rutina, devido à fragmentação ser diferente do que foi observado na literatura para essa substância (523, 300, 283, 271, 257, 215). Analisando os dados do espectro de fragmentação observa-se o fragmento 447 pode estar associado à perda da glicose. E os fragmentos 357, 327 e 297 podem ser correlacionados clivagem da glicose, gerando perdas de 90, 120 e 150 Da. Dessa forma, sugere-se que este íon pode um derivado de luteolina diglicosídeo.

Figura 36 – Espectro de massas ms^2 do íon 609 m/z no modo negativo

Y5 #946-2753 RT: 3.29-8.06 AV: 8 NL: 6.21E4
 T: Average spectrum MS2 609.15 (946-2753)



Fonte: Autor (2023).

Amostra - Extrato hidroalcoólico de *E. oleracea* (verde)

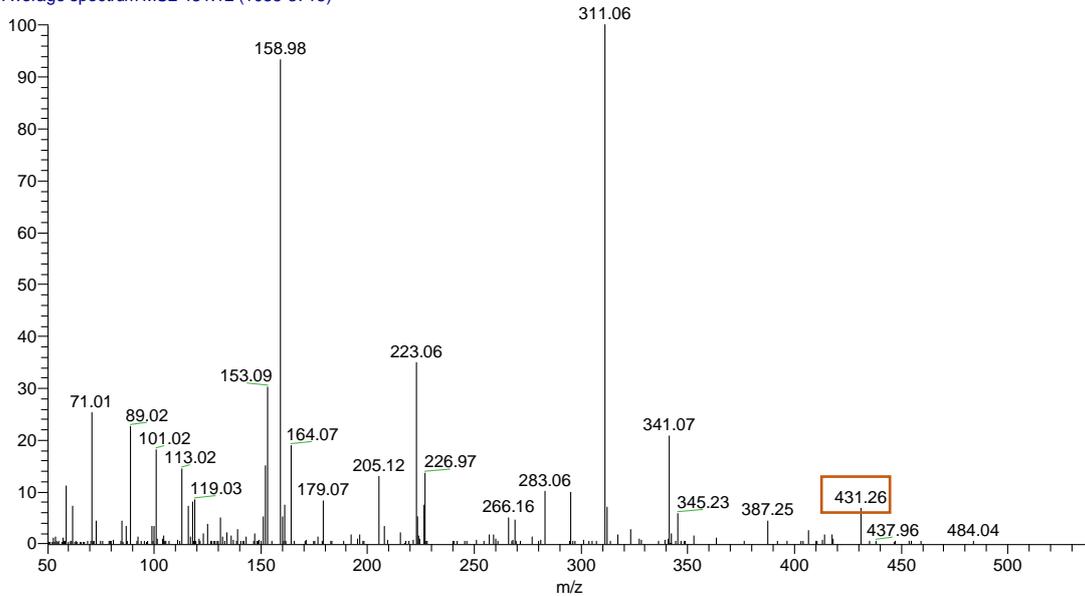
O perfil espectrométrico dos constituintes dos extratos hidroalcoólicos de *E. oleracea* var. (verde) apresentou picos 431, 447, 299, 461 no modo negativo de ionização.

Íon 431 m/z

O íon 431 detectado no modo negativo de ionização (figura 37) foi associado aos isômeros isovitexina (1) e vitexina (2) (figura 21), ambas as estruturas já foram relatadas na espécie *E. oleracea* e apenas a isovitexina já foi relatada para espécie *E. precatória*. Realizou-se a comparação com a literatura, porém ambas as estruturas possuem fragmentação semelhante 341, 311, 283 e 269 (SCHULZ et al., 2021; Chen et al., 2016; PACHECO-PALENCIA et al., 2009). Os fragmentos 341, 311 e 281 são associados a perdas de 90, 120 e 150 Da, que são característicos da clivagem do anel da glicose do flavonóide. E fragmentos 269 que indica à perda de 162 Da, correspondente a perda da glicose e evidencia que é um flavonóide glicosilado derivado da apigenina (YUAN et al., 2021).

Figura 37 – Espectro de massas ms^2 do íon $431\ m/z$ no modo negativo

Y6 #1085-3715 RT: 3.92-10.95 AV: 17 NL: 5.25E4
T: Average spectrum MS2 431.12 (1085-3715)



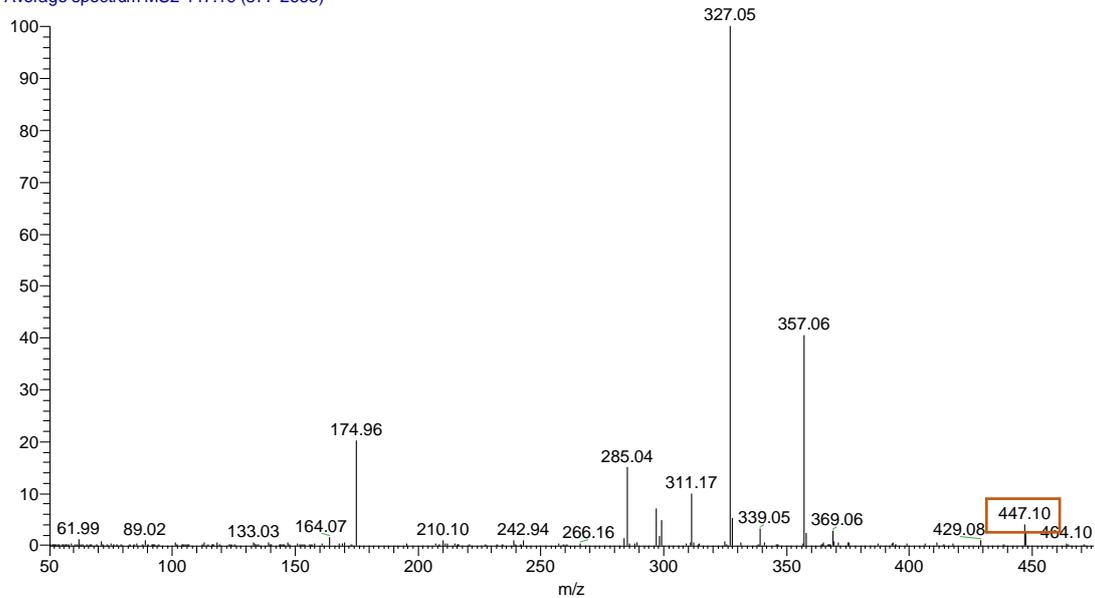
Fonte: Autor (2023).

Íon $447\ m/z$

O íon $447\ m/z$ (figura 38) foi associado às estruturas isoméricas dos flavonóides: isoorientina (1), orientina (2) e luteolina-7-glicosídeo (3) (figura 32), que são estruturas descritas na espécie *E. oleracea* (PACHECO-PALENCIA et al., 2009; SCHULZ et al., 2021). O espectro de massas de fragmentação do íon 447 gerou os fragmentos 357, 327, 311, 297, 285 e 174; esses fragmentos foram comparados com a literatura e assim foi confirmada a estrutura da orientina (CHEN et al., 2016; YUAN et al., 2021). Os fragmentos 357, 327 e 297 são associados a perdas de 90, 120 e 150 Da, que são característicos da clivagem do anel da glicose do flavonóide. E os fragmentos 285 que indica à perda da glicose.

Figura 38 – Espectro de massas m/z do íon 447 m/z no modo negativo

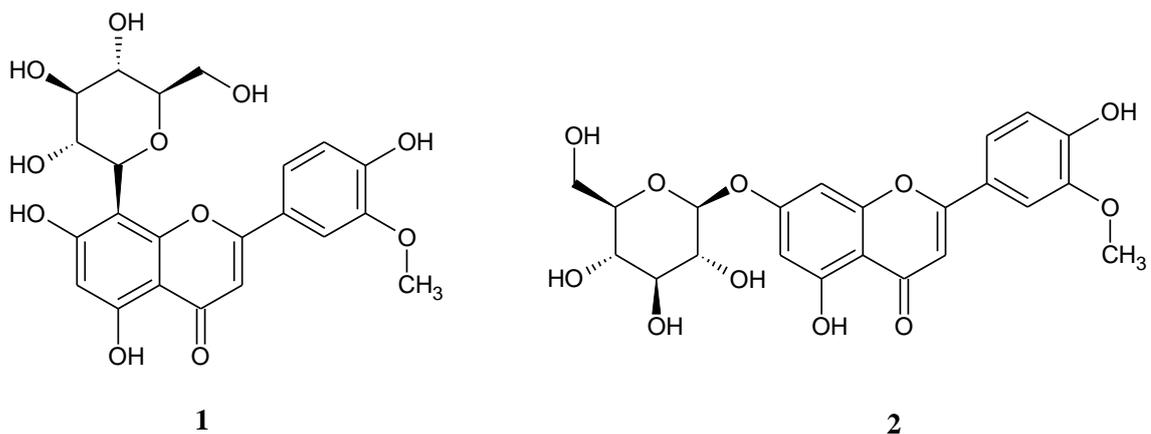
Y6 #877-2663 RT: 3.16-8.73 AV: 10 NL: 2.56E5
T: Average spectrum MS2 447.19 (877-2663)



Fonte: Autor (2023).

Íon 461 m/z

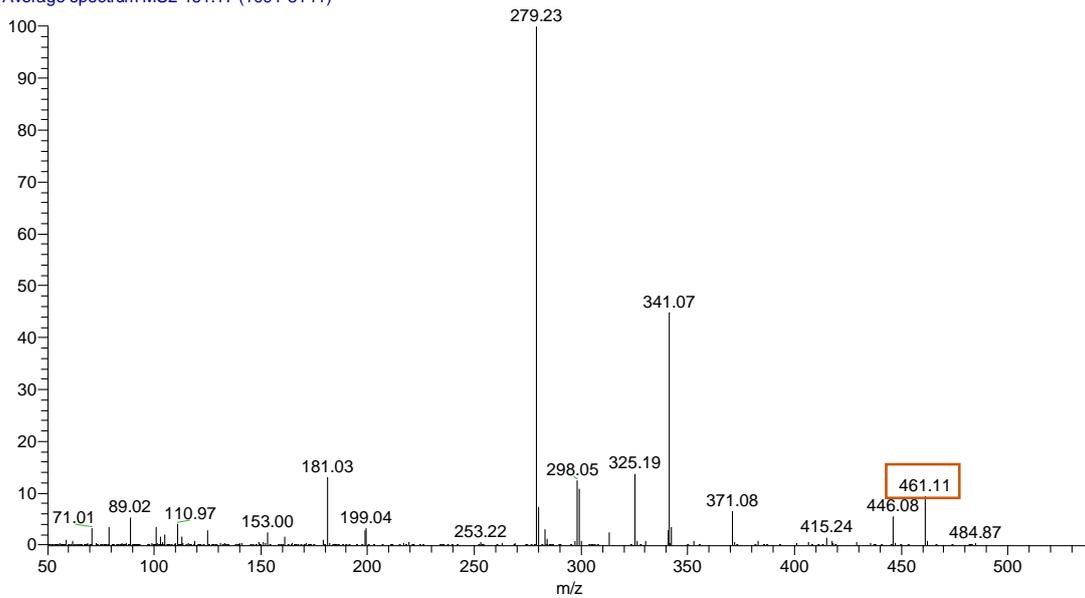
Íon 461 m/z (figura 40) pode ser associado às estruturas da scoparina (1) e crisoeriol-7-glicosídeo (2) (figura 39), que são estruturas derivadas do crisoeriol e já foram relatados para espécie *E. oleracea* (PACHECO-PALENCIA et al., 2009; Gordon et al., 2012). Os fragmentos detectados foram 446, 371, 341, 325, 298, 299, 279 e 181 m/z ; os fragmentos 371 e 341 m/z correspondem às perdas de 90 e 120 Da, que são característicos da clivagem do glicosídeo. O fragmento 446 m/z que gera a perda de 15 Da pode ser associado à perda do grupo metila e o íon 299 m/z pode ser relacionado à perda da glicose.

Figura 39 – Estruturas das substâncias scoparina (1) e crisoeriol-7-glicosídeo (2)

Fonte: Autor (2023).

Figura 40 – Espectro de massas ms^2 do íon 461 m/z no modo negativo

Y6 #1091-3141 RT: 3.94-9.76 AV: 24 NL: 1.86E5
T: Average spectrum MS2 461.17 (1091-3141)



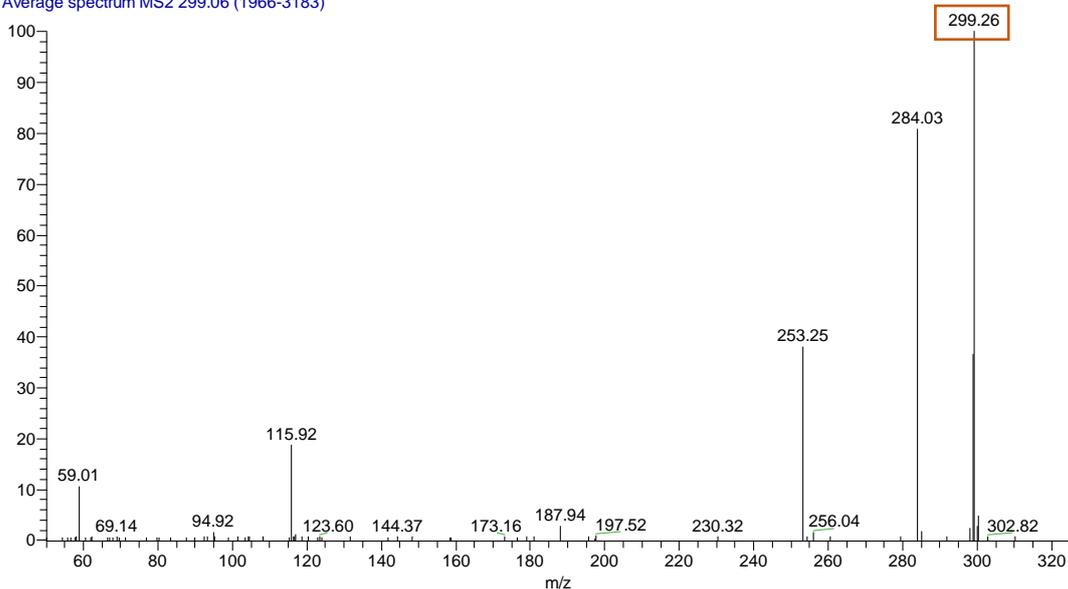
Fonte: Autor (2023).

Íon 299 m/z (ESI -)

O íon 299 m/z (figura 41) pode ser associado aos isômeros hispidulina (1), crisoeriol (2) e rhamnocitirina (3) (figura 34). A hispidulina já foi descrita na espécie *E. edulis* e o crisoeriol já foi relatado na espécie *E. oleracea* (SCHULZ et al., 2015; GORDON et al., 2012). O espectro gerou os íons: 284, 255, 227 e 137 m/z . O íon mais abundante relatado para esses isômeros é o 284, que é associado ao a perda do grupo metila (15 Da).

Figura 41 – Espectro de massas ms^2 do íon 299 m/z no modo negativo

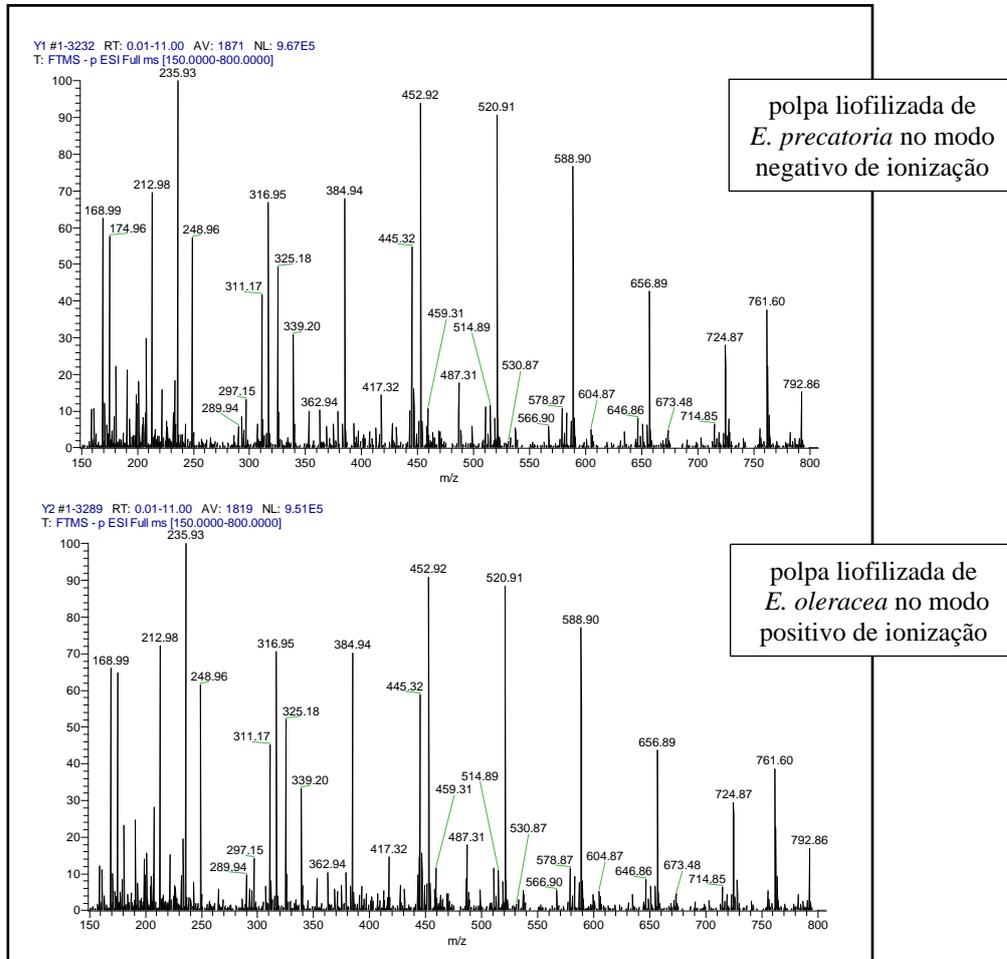
Y6 #1966-3183 RT: 6.47-9.84 AV: 6 NL: 1.00E5
T: Average spectrum MS2 299.06 (1966-3183)



Fonte: Autor (2023).

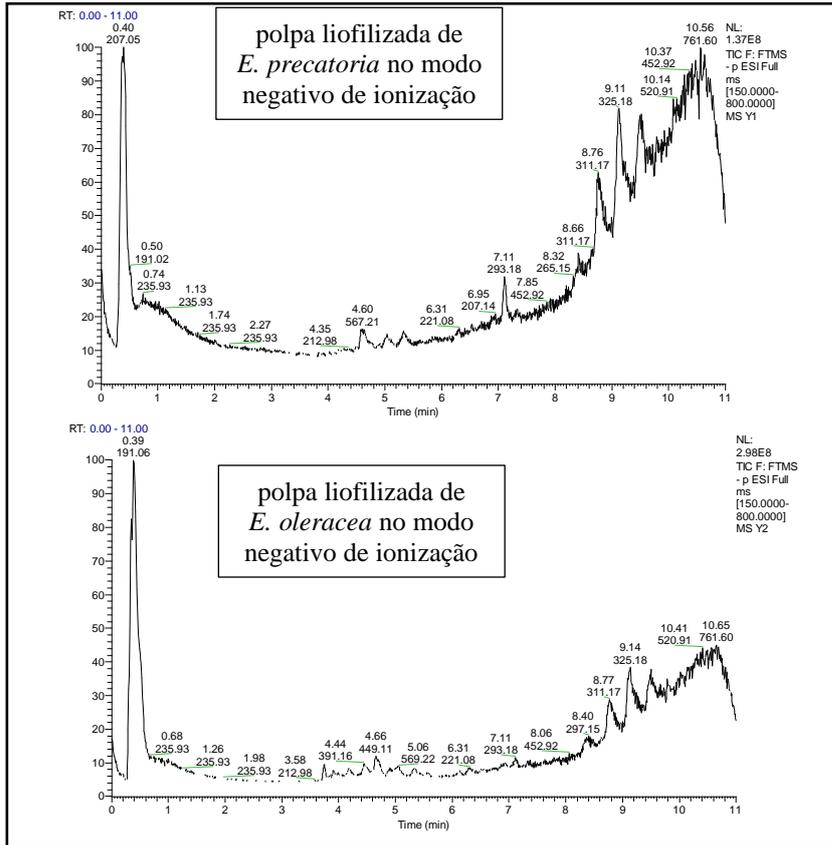
A figura 42, 43, 44, 45 a seguirem mostram os espectros no full scan das amostras, bem como seus cromatogramas.

Figura 42 - Espectro de massas full scan da polpa liofilizada de *Euterpe*



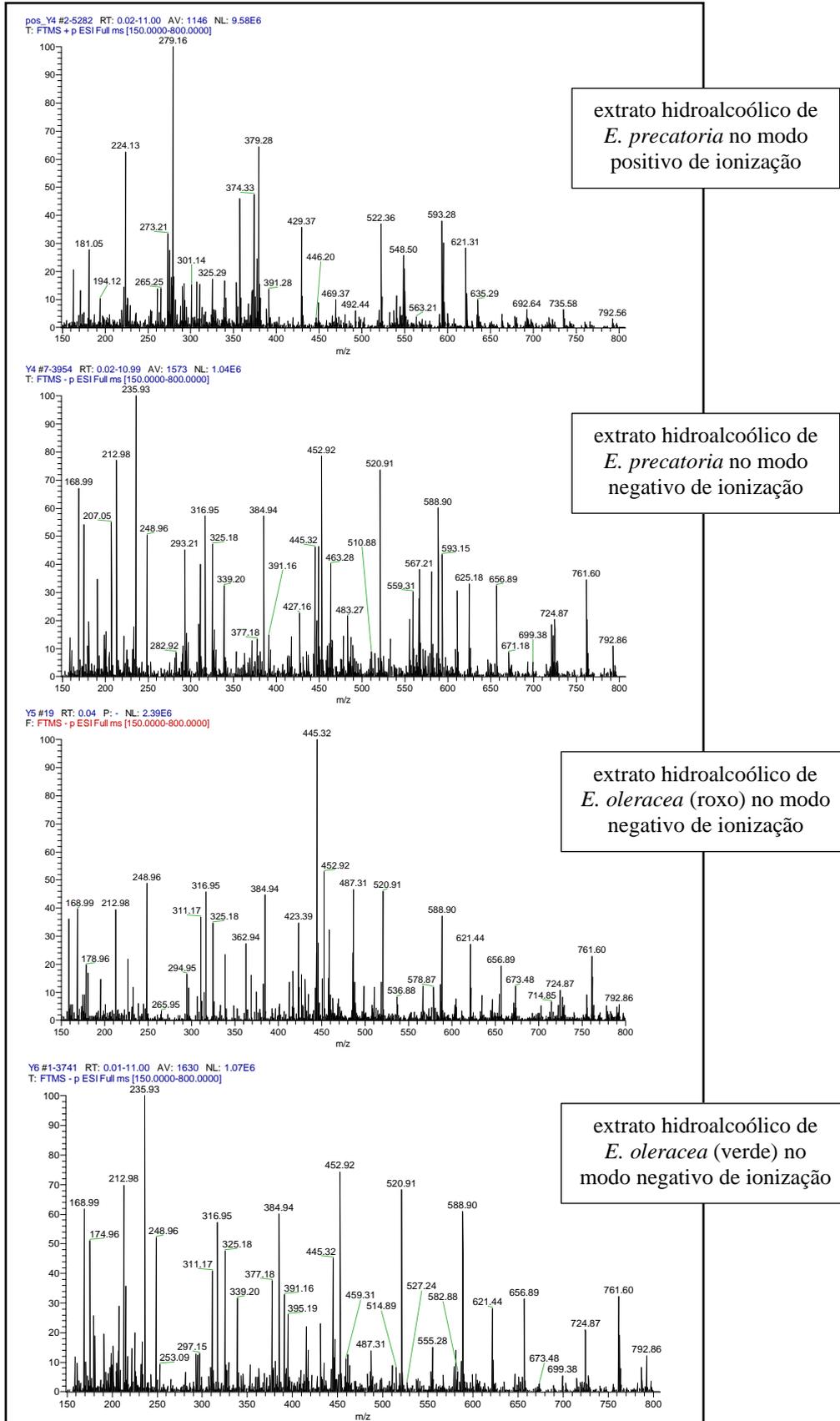
Fonte: Autor (2023).

Figura 43 - Cromatograma da polpas de *Euterpe*



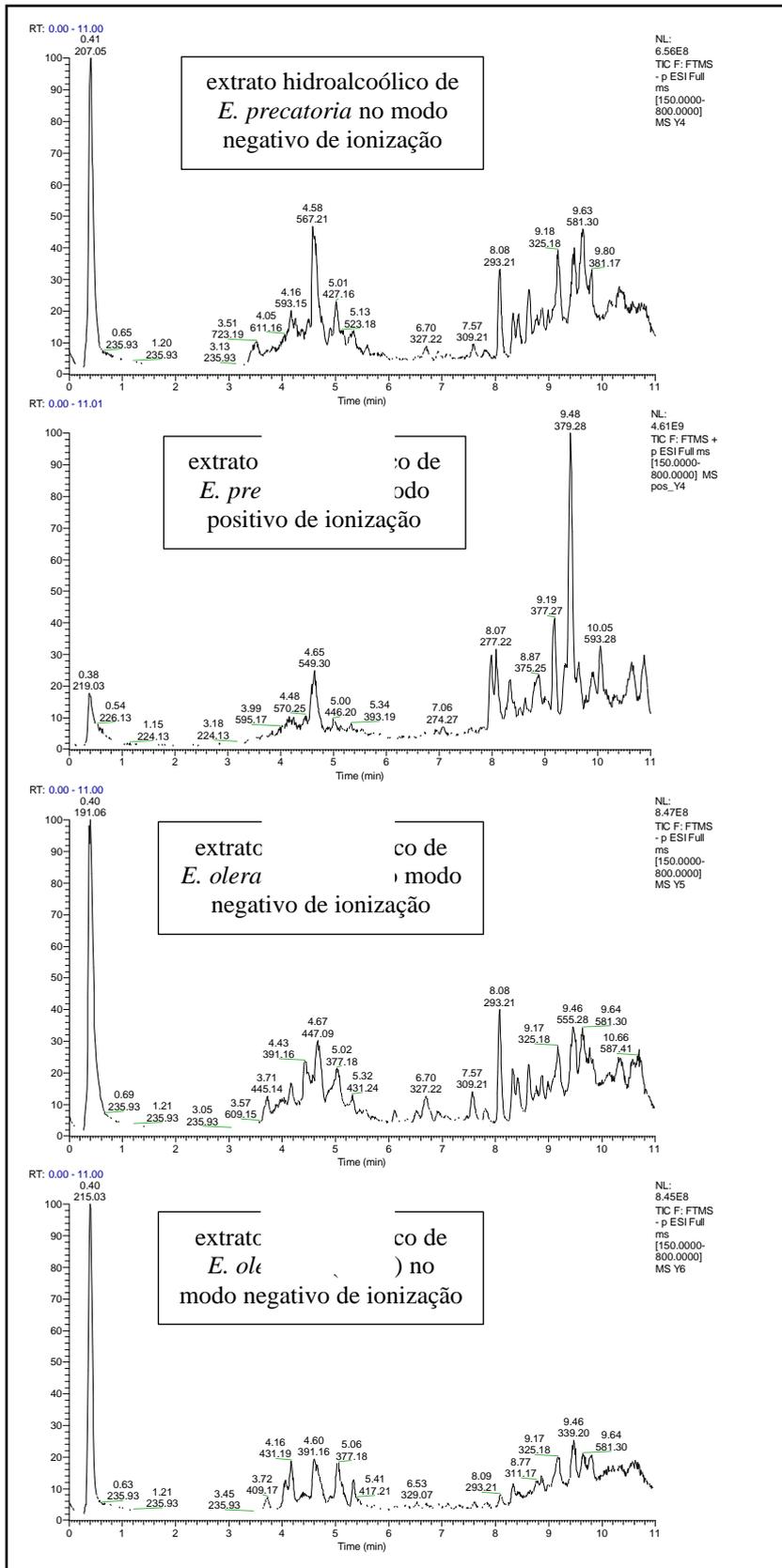
Fonte: Autor (2023).

Figura 44 - Espectro de massas *full scan* dos extratos hidroalcoólicos de *Euterpe*



Fonte: Autor (2023).

Figura 45 - Cromatograma dos extratos hidroalcoólicos de *Euterpe*



Fonte: Autor (2023).

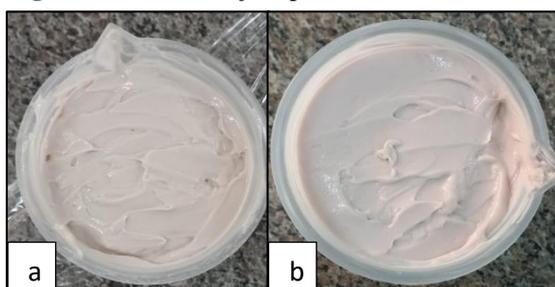
4.6 Análises dos Fitocosméticos

4.6.1 Testes de Estabilidade

Posteriormente à manipulação das formulações, foram realizadas as análises macroscópicas dos produtos, que consistiram em observar se estas apresentavam bons aspectos de cor e odor, bem como viscosidade adequada ao toque. As formulações foram analisadas pelo aspecto físico, como também pela sua aparência.

A formulação hidratante da espécie de *E. oleracea* apresentou em sua coloração um tom mais rosado que a formulação de *E. precatoria* (figura 46). Com relação aos demais aspectos, as formulações apresentaram estabilidade, boa homogeneização, brilho, viscosidade e odor.

Figura 46 – Formulações prontas



Fonte: Autor (2023).

Legenda: (a) *E. precatoria*; (b) *E. oleracea*

Após 24 h do preparo, as formulações se mantiveram estáveis e então foi possível dar prosseguimento às análises de centrifugação, densidade, espalhabilidade, pH e análise sensorial das amostras (ANVISA, 2004; VASQUES et al., 2023). Na tabela 9 é possível observar os resultados da análise sensorial após os testes de estabilidade realizados das formulações após os testes de estabilidades realizados.

Tabela 9 – Resultados dos testes de estabilidade das formulações

Testes	<i>E. oleracea</i>				<i>E. precatoria</i>			
	Estresse térmico	Ciclo gela e descongela	Fotoperíodo	Sem iluminação	Estresse térmico	Ciclo gela e descongela	Fotoperíodo	Sem iluminação
Cor	A	A	E	E	A	A	E	E
Odor	E	E	E	E	E	E	E	E
Viscosidade	A	A	E	E	A	A	E	E
Precipitação	E	E	E	E	E	E	E	E
Formação de fase	E	E	E	E	E	E	E	E

Fonte: Autor (2023).

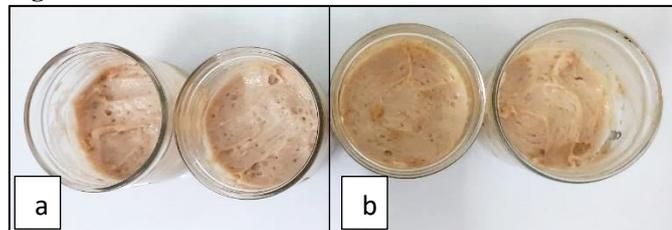
Legenda: (A) alterado; (E) estável;

Os testes de estabilidade são importantes para garantir a eficácia em condições variadas e para estabelecer um prazo de validade para o produto (VASQUES; LEONARDI, 2023).

As formulações foram submetidas ao estresse extremo com o aumento gradativo da temperatura para a análise de estabilidade, utilizando como parâmetro de cada avaliação as características organolépticas. Foram analisadas duplicatas das amostras que demonstraram visualmente mudanças na coloração para um tom mais escuro que o inicial (figura 47), no entanto, não houve mudança de odor ou formação de precipitado ou fluidez, mantendo assim sua característica inicial.

Em comparação com a formulação inicial a viscosidade das formulações nos testes de estresse térmico e ciclo gela descongela observou-se um aumento na viscosidade quando foi aplicada uma pequena quantidade no dorso da mão. Dhaer (2014) também encontrou resultados semelhantes ao do presente trabalho.

Figura 47 - Teste de estresse térmico de fitocosméticos a base de extratos de açaís.

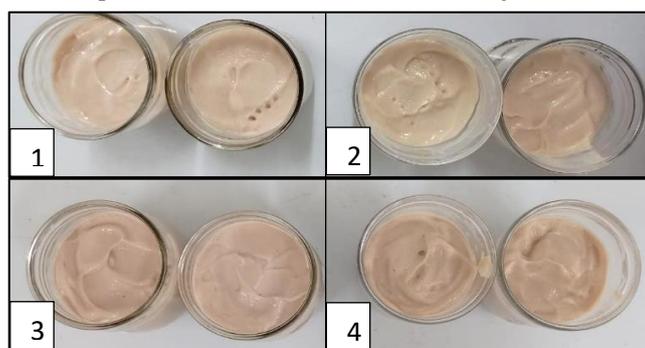


Fonte: Autor (2023).

Legenda: (a) *E. oleracea* (b) *E. precatória*

Nos testes de fotoperíodo com a exposição a luz solar e sem a exposição (figura 48), pôde-se concluir que as formulações das duas espécies de açaí se mantiveram visivelmente estáveis, com odor, cor, viscosidade comparadas as formulações iniciais após o período de 24 h do preparo, também se mantiveram estáveis em relação a presença de precipitados ou formação de fase nas formulações.

Figura 48 – Testes de fotoperíodo de fitocosméticos a base de açaí, com e sem exposição a luz solar



Fonte: Autor (2023).

Legenda: (1) *E. oleracea* fotoperíodo; (2) *E. precatória* fotoperíodo;
(3) *E. oleracea* sem iluminação; (4) *E. precatória* sem iluminação.

Nos estudos de Ferrari e Rocha-Filho (2011), com emulsões a base de óleo de açaí *E. oleracea* para a formulação de fotoprotetores foram observados resultados semelhantes quanto aos aspectos organolépticos em que as amostras não apresentaram alterações no aspecto e na homogeneidade quando armazenadas por um período de noventa dias.

Nos trabalhos de Censi et al. (2018), em que testaram o extrato de *E. oleracea* em formulação fotoprotetora, a formulação foi estável em condições aceleradas e a longo prazo. Não foram observados fenômenos de instabilidade, como fase de separação ou mudança de cor ou odor.

4.6.2 Ensaio físico-químico

Tabela 10 – Resultados dos testes físico-químicos das formulações

Testes	<i>E. oleracea</i>			<i>E. precatoria</i>		
	Densidade (g/mL)	pH	centrifugação	Densidade (g/mL)	pH	centrifugação
Estresse térmico	0,76 ± 0,01	7,8 ± 0,07	E	0,79 ± 0,03	7,7 ± 0,0	E
Ciclo gela e descongela	0,86 ± 0,0	7,8 ± 0,07	E	0,88 ± 0,11	7,5 ± 0,07	E
Fotoperíodo	0,92 ± 0,04	7,6 ± 0,07	E	0,90 ± 0,0	7,7 ± 0,14	E
Sem iluminação	0,89 ± 0,1	7,7 ± 0,07	E	0,85 ± 0,03	7,6 ± 0,07	E

Fonte: Autor (2023).

Legenda: (N/A) não houve alteração; (±) desvio padrão.

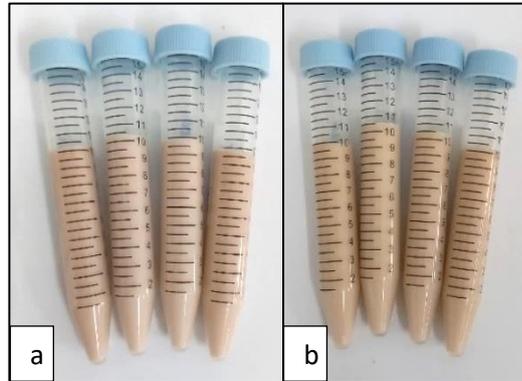
Ao analisar o pH das formulações verificou-se pouca variação, comparando uma espécie com a outra (tabela 10). Segundo Dhaer (2014), o pH deve garantir a estabilidade dos ingredientes da formulação, a eficácia e segurança. Os resultados expressos na tabela demonstram pH acima de 7, o que não é adequado para uma formulação segundo dados da ANVISA, (2008), em que estipula um pH ideal para a pele de 5,5 a 6,5. O que poderia ser facilmente corrigido com a adição de um acidificante na formulação, porém como se tratou de uma comparação entre as formulações optou-se em deixar o pH natural das amostras para os teste físico-químicos.

Na centrifugação a força da gravidade atua sobre os produtos, fazendo com que suas partículas se movam no seu interior, produzindo o estresse na amostra. Desta forma, alterações poderão ser observadas como a formação de precipitação, separação de fase na amostra formação de sedimento compacto (caking) e coalescência, entre outras (AVISA, 2008).

Após 3 ciclos de centrifugação, 100, 2500 e 3500 rpm, foi possível observar que não houve separação de fases e formação de precipitados em nenhuma das formulações estudadas, se mostrando visivelmente estável durante e após o processo, como pode ser observado na

figura 49. Nos estudos de Dhaer (2014) que avaliou uma emulsão fotoprotetora O/A, contendo extrato glicólico de *E. oleracea*, foram observados resultados semelhantes ao deste estudos que mostraram estabilidades das formulações durante o teste de centrifugação.

Figura 49 – Análise de centrifugação das formulações



Fonte: Autor (2023).

Legenda: (a) *E. oleracea* (b) *E. precatória*.

Quando analisada a densidade das amostras notou-se que nos testes em que houve a elevação de temperatura (estresse térmico e ciclo gela-descongela) os resultados foram mais baixos que nos outros testes (fotoperíodo e sem luminosidade), o que pode ser justificado pela evaporação da água durante o processo em que foram levados à estufa.

No estudo de Censi et al. (2018), que utilizaram extratos em diferentes concentrações de *E. oleracea* para a formulações, foram encontrados resultados de densidade semelhantes entre as diferentes formulações ($0,98 \pm 0,03$ g/L). Resultados que se assemelham ao da formulação que passou pelo teste de fotoperíodo para *E. oleracea* com $0,92 \pm 0,04$ g/mL.

O estudo da espalhabilidade é um critério importante para emulsões, juntamente com a viscosidade serve para avaliar alterações nas características reológicas da formulação o termo expresso para denotar a extensão da área na qual o creme se espalha prontamente na aplicação à pele (RAISER et al., 2018b; BUGNOTTO et al., 2006). Na tabela 11 observam-se os resultados do teste de espalhabilidade.

Tabela 11 – Resultados dos testes físico-químicos para espalhabilidade das formulações

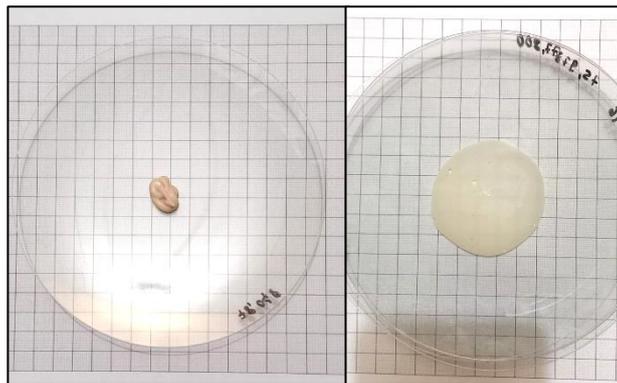
Testes	<i>E. oleracea</i> (mm ²)	<i>E. precatória</i> (mm ²)
Estresse térmico	22751,4 ± 597,6	20551,7 ± 189,3
Ciclo gela e descongela	19888,4 ± 372,5	21092,5 ± 575,4
Fotoperíodo	28263,4 ± 888,1	18606,2 ± 1440,7
Sem iluminação	39575,3 ± 1050,9	27947,7 ± 441,5

Fonte: Autor (2023).

Legenda: (±) desvio padrão.

Segundo Bugnotto et al. (2006), a quantificação destes parâmetros é importante pois acompanha as modificações na capacidade das formulações de espalhar com facilidade na sua aplicação como mostra a figura 50. Em comparação às formulações o teste demonstrou que a formulação da espécie *E. oleracea* mostrou maior espalhabilidade no teste em que o produto ficou durante 15 dias no escuro (sem iluminação) do que os demais testes e comparado com a espécie de *E. precatoria*.

Figura 50 – Análise de espalhabilidade das formulações



Fonte: Autor (2023).

Em relação ao teste de estresse térmico observa-se que a espécie de *E. oleracea* mostrou maior espalhabilidade que *E. precatoria*, ao contrário do que aconteceu no ciclo gela descongela em que a espécie de *E. precatoria*, apresentou maior espalhabilidade no teste. Portanto para este teste a espécie do *E. oleracea* apresentou maior e melhor espalhabilidade do produto.

4.6.3 Análise Sensorial

De modo geral formulações dos produtos foram bem aceitas por todos os participantes (tabela 12). Participaram da análise sensorial um total de 30 pessoas, sendo 21 mulheres e 9 homens, com idade entre 18 e 41 anos (média de idade de 31 anos). A maioria (60%) tinha idade entre 30 e 41 anos.

Tabela 12 – Resultado da análise sensorial das formulações

Nº de Participantes	Feminino	Masculino	Idade						
30	21	9	18-41 anos						
Questões	alternativas	Nº de participantes	%						
1. Você gostou da aparência dos hidratantes?	Sim	26	86,7%						
	Não	0	0						
	Parcialmente	4	13,3%						
2. Qual a sensação após o uso?	Bom	26	86,6%						
	Ruim	0	0						
	Regular	2	6,7%						
	Parc. cremoso	2	6,7%						
3. Qual a cremosidade dos produtos?	Muito cremoso	16	53,3%						
	Pouco cremoso	1	3,3%						
	Parc. cremoso	13	43,4%						
4. Você gostou da fragrância do hidratante?	Bom	29	96,7%						
	Ruim	0	0						
	Regular	1	3,3%						
5. Você achou que amacia a pele?	Sim	30	100%						
	Não	0	0						
6. Qual a capacidade de hidratação?	Ótimo	24	80%						
	Bom	4	13,3						
	Ruim	0	0						
	Regular	2	6,7						
7. Você se interessaria em comprar o produto?	Sim	27	90%						
	Não	0	0						
	Parcialmente	3	10%						
08. Você já conhecia a produção de cosméticos hidratante utilizando a matéria prima de açaí?	Sim	30	100%						
	Não	0	0						
	Parcialmente	0	0						
9. Qual sua avaliação de forma geral dos produtos?	<i>“Os produtos são de qualidade, pois hidrata a pele e perfuma. Está de parabéns pela iniciativa pois é um produto feito com produtos naturais da Amazônia”.</i>	<i>“os hidratantes têm uma aparência ótima, é um produto que eu compraria pois amacia a pele e hidrata.”</i>	<i>“hidratação é ótima. Gostei bastante, pois deixou minha pele bem hidratada. Além disso o cheiro é super agradável.”</i>						
	Teste afetivo de aceitação (%)								
Amostra 1 (E. oleracea)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hidratação	0	0	0	0	0	0	23,3%	26,7%	50%
Textura	0	0	0	0	0	13,3%	0	50%	36,7%
Aparência	0	0	0	0	0	0	0	20%	80%
Aroma	0	0	0	0	0	0	0	0	100%
Aceitação global	0	0	0	0	0	0	0	86,7%	13,3%
Você compraria esse produto?					1	2	3	4	5
					0	0	0	20%	80%
Amostra 2 (E. precatoria)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hidratação	0	0	0	0	0	0	10%	3,3%	86,7%
Textura	0	0	0	0	0	0	0	30%	70%
Aparência	0	0	0	0	0	0	0	23,3%	76,7%
Aroma	0	0	0	0	0	0	0	60%	40%
Aceitação global	0	0	0	0	0	0	0	0	100%
Você compraria esse produto?					1	2	3	4	5
					0	0	0	26,7%	73,3%

Fonte: Autor (2023).

Vasques e Leonardi (2023), que analisaram a opinião de 33 mulheres, com idade entre 30 e 60 anos, sobre o uso de cosméticos hidratantes antienvhecimento por 60 dias consecutivos. Esses autores chegaram às seguintes conclusões: as formulações testadas foram bem aceitas por todos os participantes, sem importar a faixa etária. Além disso, sugere-se que a presença do princípio ativo em diferentes concentrações causou uma percepção diferente da fórmula. Salienta que a percepção das características sensoriais do produto esteve mais ligada à natureza e à proporção dos compostos do que à idade dos participantes.

Em relação a aparência das duas formulações 86,7% (n=26) disseram que gostaram da aparência dos produtos. Quando questionados sobre a sensação pós o uso, 86,6 % disseram ter tido uma boa sensação. Já em relação a cremosidade, 53,3% (n=16) e 43,4% (n=13) avaliaram as formulações como muito cremosas e parcialmente cremosas, respectivamente. De modo geral, 96 % (n=29) dos participantes gostaram da fragrância dos hidratantes, 100% (n=30) disseram que os produtos deixaram a pele macia, e 80% (n=24) avaliaram como ótima a capacidade de hidratação. Um percentual expressivo dos participantes (90%, n=27) afirmou ter intenção de adquirir os produtos, além de todos (100%, n=30) relatarem que já conheciam cosméticos hidratantes com a matéria-prima utilizada.

No trabalho de Garbossa e Campos (2016) foram avaliadas três formulações hidratantes para pele, dentre elas utilizaram extratos glicólicos de *E. oleracea* e obtiveram em análise sensorial maior poder de hidratação que as demais formulações obtendo nota 3 de uma escala de 1-5, sendo 5 a nota de boa hidratação.

Das análises do teste de efetivo de aceitação, utilizando uma escala de 1 a 9, sendo: 9 “gostei muitíssimo” até 1 “desgostei muitíssimo”, quanto aos atributos sensoriais de aparência, textura, aroma, sabor e aceitação global dos produtos. Verificou-se que 86% dos participantes optaram por *E. precatória* no quesito de hidratação e 50% para *E. oleracea*. Com relação a textura, 70% dos participantes gostaram muitíssimo da formulação de *E. precatória*, tendo uma absorção mais rápida na pele que a formulação de *E. oleracea*.

Já em relação ao aroma e aparência a amostra 1 (*E. oleracea*) teve melhor aceitação que a amostra 2 (*E. precatória*) com 80% e 100% para aparência e aroma respectivamente. A aceitação global do produto foi observada grande diferença, a amostra 2 de *E. precatória* foi avaliada com 100% de aceitação com nota 9 no quesito, e a amostra 1 de *E. oleracea* foi avaliada com 86,7% com nota 8 e 13,3% com nota 9.

Para a avaliação de intenção de compra dos produtos foi feito da seguinte forma, sendo nota 5 “certamente compraria” até 1 “certamente não compraria”. Nota-se proximidades na

intensão de compra dos produtos sendo 80% e 73,3% para as amostras 1 e 2 de *E. oleracea* e *E. precatória*, respectivamente. Percebe-se que de modo geral os fitocosméticos tiveram boa aceitação durante a análise sensorial e que a espécie de *E. precatória* (açai do Amazonas) foi melhor aceita pelos participantes.

CONCLUSÕES

O extrato da polpa processada da espécie de *E. precatoria* apresentou o maior rendimento (10%) comparado ao extrato da espécie de *E. oleracea* (polpa processada). Nos extratos hidroalcoolicos o maior rendimento foi de *E. precatoria* seguido de *E. oleracea* (var. verde) com 4,2% e 3%, respectivamente.

Ao avaliar o perfil cromatográfico por CCD pôde-se obter informações referentes às classes de substâncias majoritárias nos extratos estudados, confirmando assim, a presença de substâncias fenólicas e flavonolica. Com R_fs de 0,71, 0,70, 0,69 respectivamente para as espécies *E. precatoria*, *E. oleracea* e *E. oleracea* (var. verde). Esta técnica de baixo custo mostra-se eficiente permitindo a detecção de múltiplas substâncias. Além disso, os extratos de *E. precatoria* e *E. oleracea* (roxo) apresentaram qualitativamente atividade antioxidante frente ao radical livre DPPH pela análise realizada por CCD.

Nos testes químicos/biológicos as espécie do gênero *Euterpe* apresentaram resultados positivos na inibição qualitativa do radical DPPH apresentando valores de IC₅₀ de 70,1 e 64,3 para EHEP e EHPPL respectivamente. No método ABTS podemos destacar os valores para os extratos de *E. precatoria* (EHEP e EHPPL) 41,6±3,0, 39,8±0,1 respectivamente. Para os ensaios de fenóis e flavonoides totais os resultados foram expressos em percentual de inibição de 100% das amostras e padrões, em que pôde-se comparar as porcentagens de cada amostra com seu respectivos padrões.

Pela análise de dados de espectros de massa foi possível caracterizar e identificar algumas substâncias que corroboram com a literatura. Com destaque para os íons 449,11; 287,06; 593,15; 611,16; 609 encontrados para a espécie de *E. precatoria*, e os íons para *E. oleracea* 449,11; 431,24; 447,09; 299,05; 609. Além da espécies de *E. oleracea* var. verde e seus respectivos íons 461; 299,05; 447,09; 431,19.

As formulações apresentaram estabilidade quando submetidos aos testes físico-químicos. O presente estudo demonstra a relevância da análise sensorial para o desenvolvimento e otimização de produtos, uma vez que é um dos fatores que mais interfere na decisão de compra por parte do consumidor. Um produto pode ser elaborado adequadamente e ter resultados satisfatórios em todos os testes físico-químicos realizados, mas, se o seu aspecto sensorial não estiver em boas condições, ele nunca estará em evidência no mercado. O açaí verde (*E. oleracea* var. verde), com as suas potencialidades para a saúde, requer maior investigação em futuros estudos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, V.M.; ASQUIERI, E.R.; ARAÚJO, E.S.; et al. Provenient residues from industrial processing of açai berries (*Euterpe precatoria* Mart): nutritional and ntinutritional contents, phenolic profile, and pigments. **Food Sci. Technol**, v. 42, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.77521>
- ANVISA: **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. 1. ed. v.1, p. 52, Brasília. 2004.
- AQUINO NETO, F.R.; NUNES, S.S.D. Cromatografia: princípios básicos e técnicas afins. **Interciência**, Rio de Janeiro, 2003.
- ARRIFANO, G. .F.; LICHTENSTEIN, M.P.; MONTEIRO, J.R.S.; et al. Clarified Açai (*Euterpe oleracea*) Juice as an Anticonvulsant Agent: *In Vitro* Mechanistic Study of GABAergic Targets. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. v. 2018.
- ASSMANN, C.E.; WEIS, G.C.C.; ROSA, J.R. da; et al. Amazon-derived nutraceuticals: Promises to mitigate chronic inflammatory states and neuroinflammation. **Neurochemistry International**. v. 148, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neuint.2021.105085>
- BANTSCHIEFF, M., SCHIRLE, M., SWEETMAN, G. et al. Espectrometria de massa quantitativa em proteômica: uma revisão crítica. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**. v. 389, p. 1017-1031, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00216-007-1486-6>
- BARBOSA, A.M.; REBELO, V.S.M.; MARTORANO, L.G.; et al. Caracterização de partículas de açai visando seu potencial uso na construção civil. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190003.0750>.
- BARBOSA, P.O.; SOUZA, M.O.; PALA, D. Açai (*Euterpe oleracea* Martius) as an antioxidant. **Pathology**, p. 127-133, 2020.
- BARROS, A.S.K.; PEREIRA, S.A.; SILVA, T.S.M.; et al. Avaliação físico-química e sensorial de biscoito tipo cookies enriquecidos com farinha do caroço e polpa do açai. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. Especial, p. 72-81, 2020.
- BARROSO, M.E.S.; OLIVEIRA, B.G.; PIMENTEL, E.F.; et al. Phytochemical profile of genotypes of *Euterpe edulis* Martius – Juçara palm fruits. **Food Research International**, v. 116, p. 985-993, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.036>
- BEM, G.F.; OKINGA, A.; OGNIBENE, D.T.; et al. Anxiolytic and antioxidant effects of *Euterpe oleracea* Mart. (açai) seed extract in adult rat offspring submitted to periodic maternal separation. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**. v. 45, n. 11, p. 1277-1286, 2020.
- BENTES-GAMA, M. de M.; RIBEIRO, G.D.; FERNANDES, C. de F.; et al. Açai (*Euterpe* spp.): características, formação de mudas e plantio para a produção de frutos. Circular Técnica 80, **EMBRAPA**, Porto Velho, 2005.

BERNARDES, N.R.; PESSANHA, F.F.; OLIVEIRA, D.B. Alimentos Funcionais: Uma breve revisão. **CIÊNCIA E CULTURA** - Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da FEB, v. 6, n. 2, 2010.

BORGES, G.S.C.; GONZAGA, L.V.; JARDINI, F.A.; et al. Protective effect of *Euterpe edulis* M. on Vero cell culture and antioxidant evaluation based on phenolic composition using HPLC–ESI-MS/MS. **Food Research International**. v. 51, n. 1, p. 363-369, 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.12.035>

BORGES, L.L.; LÚCIO, T.C.; GIL, E.S.; et al. Uma abordagem sobre métodos analíticos para determinação da atividade antioxidante em produtos naturais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 7, n. 12, Goiânia, 2011.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos. 2ª ed., p. 120, Brasília, 2008.

BUGNOTTO, C.; SOARES, G.; LAPORTA, L.V.; et al. Estudo de Estabilidade de Formulação Tópica Contendo Própolis. **Disc. Scientia. Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2006.

BURATTO, R.T.; CHINCHILLA, M.I.; COCERO, M.J.; et al. Formulation of açai (*E. oleracea* Mart.) Pulp and seeds extracts by co-precipitation in Supercritical Antisolvent (SAS) technology. **The Journal of Supercritical Fluids**, v.169, fev. 2021.

BUZGAIA, N.; LEE, S.Y.; RUKAYADI, Y.; et al. Antioxidant Activity, -Glucosidase Inhibition and UHPLC–ESI–MS/MS Profile of Shmar (*Arbutus pavarii* Pamp). **Plants**, v. 10, 1659, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10081659>

CABRAL, Cristiane Maria. **Caracterização físico-química, compostos bioativos e composição mineral de polpas de açai oriundas de sistemas agroflorestais, tomé-açu, Pará, brasil**. 2020. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, Botucatu, 2020.

CADONÁ, F.C.; SOUZA, D.V. de; FONTANA, T.; et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) as a Potential Anti-neuroinflammatory Agent: NLRP3 Priming and Activating Signal Pathway Modulation. **Molecular Neurobiology**. v. 58, n. 9, p. 4460-4476, 2021. doi: 10.1007/s12035-021-02394-x.

CARTAXO, C.B. da C.; et al. ***Euterpe precatoria* Mart.: boas práticas de produção na coleta e pós-coleta de açai-solteiro** / por – Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2020.

CARVALHO, A.V.; SILVEIRA, T.F.F.; MATTIETTO, R.A.; et al. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal Of The Science Of Food And Agriculture**, [S.l.], v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 5 ago. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.7886>.

CASTRO, R.C. de.; COSTA, L.F.S.; COSTA, L M.D.A.; et al. Extração e análise das propriedades físicas e químicas do óleo de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**. v. 10, n. 8, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17358.

CEDRIM, P.C.A.S.; BARROS, E.M.A.; NASCIMENTO, T.G. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Braz. J. Food Technol.** v. 21, 2018.

CEFALI, L.C.; ATAIDE, J.A.; MORIEL, P. et al. Plant-based active photoprotectants for sunscreens. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, p. 346–353, 2016. DOI: 10.1111/ics.12316

CENSI, R.; PEREGRINA, D.V.; LACAVA, G.; et al. Cosmetic Formulation Based on an Açaí Extract. **Cosmetic**, v. 5, n. 3, p. 48, 2018.

CHANG, C.C.; YANG, M.H.; WEN, H.M.; CHERN, J.C.; Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. **Journal of Food and Drug Analysis**, Vol. 10, No. 3, Pp. 178-182, 2002.

CHEN, G.; LI, X.; SALERI, F.; et al. Analysis of Flavonoids in *Rhamnus davurica* and Its Antiproliferative Activities. **Molecules**, v. 21, 2016. DOI: 10.3390/molecules21101275

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.E.; BONATO, P.S. Fundamentos de cromatografia. Campinas: Editora da UNICAMP, 2006. 452p.

COLLINS, C.H.; BRAGA, G.L.E.; BONATO, P.S. Introdução à métodos cromatográficos. 7ª ed. Campinas – SP. Editora da UNICAMP, 1997.

CONTENTE, D.M.L.; PEREIRA, R.R.; RODRIGUES, A.M.C.; et al. Nanoemulsions of Acai Oil: Physicochemical Characterization for the Topical Delivery of Antifungal Drugs. **Chem. Eng. Technol.**, v. 43, n. 7, p. 1424–1432, 2020. DOI: 10.1002/ceat.201900627

COSTA, A.G.V.; GARCIA-DIAZ, D.F.; JIMENEZ, P.; et al. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. **Journal of Functional Foods**, v.5, p. 539-549, 2013.

COSTA, M.R.; OLIVEIRA, M. do S.P. de; MOURA, E.F. Variabilidade genética em açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). Conservação e caracterização de recursos genéticos vegetais na Amazônia Oriental. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, n. 21, 2001.

COSTA, N.C.; SILVA, A.C.; CORREA, N.C. F.; et al. Caracterização físico-química do caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) torrado destinado à produção de uma bebida quente. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 2, 2020.

COSTA, R.; AZEVEDO, D.; BARATA, P.; SOARES, R.; et al. Antiangiogenic and Antioxidant In Vitro Properties of Hydroethanolic Extract from açaí (*Euterpe oleracea*) Dietary Powder Supplemen. **Moléculas**, n. 26, 2021.

COSTA, R.G.; ANDREOLA, K.; ANDRADE, R.; et al. Effect of operating conditions on the yield and quality of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed. **Technology**, v. 64, n. 2, p. 1196-1203, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.027>

COUTO, L. de S. L.S.; BAPTISTA, R.C.; COSTA, C.V.P.N.; et al. Obtenção de geléia de açaí branco (*Euterpe oleracea*, Mart Var. Branco). 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/408881>. Acesso em: mar. de 2023.

CURY, B.J.; BOEING, T.; SOMENSI, L.B.; et al. Açai berries (*Euterpe oleracea* Mart.) dried extract improves ethanol-induced ulcer in rats. **The Journal of pharmacy and pharmacology**, v. 72, n. 9, p. 1239–1244, 2020.

DEGANI, A.L.G.; CASS, Q.B.; VIEIRA, P.C. Cromatografia um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 21–25, 1998.

DAHER, C.C.; FONTES, I.S.; RODRIGUES, R.O.; et al. Development of O/W emulsions containing *Euterpe oleracea* extract and evaluation of photoprotective efficacy. **Braz. J. Pharm. Sci.** v. 50, n. 3, p. 639-652, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502014000300024>.

DEGÁSPARI, C.H. & WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DIAS, M.M.S.; NORATTO, G., MARTINO, H.S.D.; et al. Pro-apoptotic activities of polyphenolics from açai (*Euterpe oleracea* Martius) in human SW-480 colon cancer cells. **Nutrition and cancer**, v. 66, n. 8, p.1394–1405, 2014.

DORNAS, W.C.; OLIVEIRA, T.T.; RODRIGUES-DAS-DORES, R.G.; SANTOS, A. F.; et al. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**. v. 28, n. 3, p. 241- 249, 2007.

DUDONNE, S.; VITRAC, X.; COUTIERE, P.; et al. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays. **J. Agric. Food Chem.**, v. 57, n. 5, p. 1768–1774, 2009.

ESCOBAR-AVELLO, D.; LOZANO-CASTELLÓN, J.; MARDONES, C.; et al. Phenolic Profile of Grape Canes: Novel Compounds Identified by LC-ESI-LTQ-Orbitrap-MS. **Molecules**, v. 24, 2019.

FAVARO, L.B.; SOUZA, A.L. de; MAIA, R.T.; et al. Estrutura de uma Floresta Ombrófila Densa Montana com dominância de *Euterpe edulis* Mart. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 550-568, 2021.

FERNANDES, M.S.; MACHADO, A.K.; ASSMANN C.E.; et al. Açai (*Euterpe oleracea* mart.) Reduces the inflammatory response triggered *in vitro* by the antipsychotic drug olanzapine in raw 264.7 macrophage cells. **Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.** v. 20, ed. 2, p. 149-163, 2021.

FERRARI, M.; ROCHA-FILHO, P.A. Multiple emulsions containing amazon oil: açai oil (*Euterpe oleracea*). **Rev. bras. farmacogn.** v. 21, n. 4, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000093>

FERREIRA, A.B.G.; NEVES, E.V. de M.; OLIVEIRA, C.E.F.; et al. Ensaios técnicos para produção de uma bebida fermentada a Partir do uso de *saccharomyces cerevisiae* com *euterpe oleracea* (açai). **SAJEBTT**, v. 8, n. 2, Rio Branco, 2021.

FURLANETO, F.P.B.; SOARES, A.A.V.L.; FURLANETO, L.B. Parâmetros Tecnológicos, Comerciais e Nutracêuticos do açaí (*Euterpe oleracea*). **Revista Internacional de Ciências**, v. 10, n. 1, p. 91-107, abr. 2020.

GARBOSSA, W.A.C.; CAMPOS, P.M.B.G.M. *Euterpe oleracea*, *Matricaria chamomilla*, and *Camellia sinensis* as promising ingredients for development of skin care formulations. **Industrial Crops and Products**. v. 83, p. 1–10, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.11.026>

GARCIA, J.A.A.; CORRÊA, R.C.G.; BARROS, L. et al. Chemical composition and biological activities of Juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruit by-products, a promising underexploited source of high-added value compounds. **Journal of Functional Foods**, v. 55, p. 325–332, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.037>

GARZÓN, G.A.; NARVÁEZ-CUENCA, C.E.; VINCKEN, J.P.; GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food Chemistry**. v. 217, p. 364-372 fev. 2017.

GONZÁLEZ, M.J.A.; GONZÁLEZ, M.F.; BELLIDO, E.E.; et al. Extraction of Anthocyanins and Total Phenolic Compounds from Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Using an Experimental Design Methodology. Part 1: Pressurized Liquid Extraction. **Agronomy**. v. 10, ed. 2, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomia10020183>.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; et al. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**. v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.150>

GOSETTI, F.; MAZZUCCO, E.; GENNARO, M.C.; et al. Ultra high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry determination and profiling of prohibited steroids in human biological matrices. A review. **Journal of chromatography B. Analytical technologies in the biomedical and life sciences**. v. 927, p. 22–36. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2012.12.003>

GUIMARÃES, A.C. **Estudo químico e biológico de *Cladocolea micranta* (Larantaceae), uma planta medicinal da região Amazônica**. 2005. 330f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Núcleo de Pesquisa de Produtos Naturais. Rio de Janeiro, 2005.

HENRIQUE, A.S. & LOPES, G.C. A biodiversidade e a indústria de cosméticos: o uso dos flavonoides contra o envelhecimento cutâneo. **UNINGÁ Review**, v. 29, n. 2, p. 58-63, 2017.

HUANG, D.; OU B.; PRIOR, R. I. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p.1981-1856, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Produção de Açaí (cultivo) 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acai-cultivo/br>>, Acesso em: 11 abr. 2023.

ISAAC, V.L.B.; CEFALI L.C.; CHIARI, B.G.; et al. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 29, n. 1, p. 81-96, 2008.

ISAAC, V.; CHIARI, B.G.; MAGNANI, C.; et al. Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v. 33, n. 4, p. 479-488, 2012.

KANG, J.; XIE, C.; LI, Z.; et al. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, v.128, p. 152-157, 2011.

KATZ-JAFFE, M.G.; LANE, S.L.; PARKS, J.C.; et al. Antioxidant Intervention Attenuates Aging-Related Changes in the Murine Ovary and Oocyte. **Life** (Basel, Switzerland), v. 10, n. 11, p. 250, 2020.

KEDARE, S.B.; SINGH, R.P.; Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. **J Food Sci Technol**. v. 48, p. 412-422, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0251-1>

KIRALY, M.; BEIJO, B.D.; VÉKEY, K.; et al. Mass spectrometry: past and present. **Acta Pharm Hung**. v. 86, n.1, p.3-11, 2016.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; TRONCOSO, A.M.; et al. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar Actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 726-732, out.-dez. 2005.

LANE, S.L.; PARKS, J.C.; RUSS, J.; E.; et al. Increased Systemic Antioxidant Power Ameliorates the Aging-Related Reduction in Oocyte Competence in Mice. **Int J Mol Sci**. v. 22, n. 23, p. 13019. 2021.

LEITE, M.G.A. & Campos, P.M.B.G.M. Photoprotective Effects of a Multifunctional Hair Care Formulation Containing Botanical Extracts, Vitamins and UV Filters. **Photochemistry and photobiology**, v. 94, n. 5, p. 1010–1016, 2018. <https://doi.org/10.1111/php.12932>

LIMA, C.P.; CUNICO, M.M.; MIYAZAKI, C.M.S. et al. Conteúdo polifenólico e atividade antioxidante dos frutos da palmeira Juçara (*Euterpe edulis* Martius). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 321-326, 2012.

LIRA, G.B.; LOPES, S.C.; NASCIMENTO, F.C.A.; et al. Processos de extração e usos industriais de óleos de andiroba e açaí: uma revisão. **Research, Society and Development**. v. 10, n.12, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20227>.

LISBOA, C.R.; OLIVEIRA, M.S.P. de.; CHISTÉ, R.C.; CARVALHO, A.V. Bioactive compounds and antioxidant potential of different accessions of *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* from the active açaí germoplasm bank. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 12, p. e428111234824, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34824.

LIZ, S. de; CARDOSO, A.L.; COPETTI, C.L.K. et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and juçara (*Euterpe edulis* Mart.) juices improved HDL-c levels and antioxidant defense of healthy adults in a 4-week randomized cross-over study. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 12, p. 3629-3636, 01 dez. 2020.

MACHADO, A.K.; ANDREAZZA, A.C.; SILVA, T.M.; et al. Neuroprotective Effects of Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) against Rotenone In Vitro Exposure. **Oxidative medicine and cellular longevity**, 2016. ID: 8940850.

MAGALHÃES, T.S.S.A.; MACEDO, P.C.O.; COSTA, É.C.P.; et al. Increase in the Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of *Euterpe oleracea* Martius Oil Complexed in β -Cyclodextrin and Hydroxypropyl- β -Cyclodextrin. **International journal of molecular sciences**, v. 22, ed. 21, p. 11524, 2021.

MAGALHÃES, T.S.S.A.; MACEDO, P.C.O.; PACHECO, S.Y.K.; et al. Development and Evaluation of Antimicrobial and Modulatory Activity of Inclusion Complex of *Euterpe oleracea* Mart Oil and β -Cyclodextrin or HP- β -Cyclodextrin. **International journal of molecular sciences**, v. 21, n. 3, p. 942, 2020.

MALADÃO, M.C.M.; LIMA, E.M.F.; BENINCÁ, D.B.; et al.; Extraction of bioactive compounds from juçara pulp (*Euterpe edulis* M.) is affected by ultrasonic power and temperature. **Food Science and Technology**. 2021.

MARTINOT, J.F.; PEREIRA, H.S.; SILVA, S.C.P. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açaí-da-mata (*Euterpe precatoria*) do Amazonas. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 55, n. 4, p. 751-766, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790550408>.

MARTINS, G.R.; GUEDES, D.; MARQUES-DE-PAULA, U.L.; et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Seed Extracts from Different Varieties: A Source of Proanthocyanidins and Eco-Friendly Corrosion Inhibition Activity. **Molecules**, v. 26, ed. 11, 3433, 2021.

MATOS, C.B.; SAMPAIO, P.; RIVAS, A.A.A.; et al. Economic profile of two species of Genus der *Euterpe*, producers of açaí fruits, from the Pará and Amazonas States - Brazil. **International Journal of Environment Agriculture and Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 1822-1828, 2017.

MELO, P.S.; SELANI, M.M.; GONÇALVES, R.H.; et al. Açaí seeds: An unexplored agro-industrial residue as a potential source of lipids, fibers, and antioxidant phenolic compounds. **Industrial Crops & Products**. v. 161, art. 113204, 2021. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113204>

MENDES, B.C.; COPETTI, C.L.K.; PANZA, V.S.P.; et al. Effects of *Euterpe edulis* Martius on inflammatory responses to high-intensity intermittent exercise: Crossover randomized trial. **Nutrition** (Burbank, Los Angeles County, Calif.), v. 91-92, 111344, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111344>

MENDES, R.C.; LOURINHO, M.T.; LOURINHO, D.B.; et al. Sustentabilidade na produção de resíduos: proposta de reaproveitamento dos resíduos sólidos em uma fábrica de açaí. **R. gest. sust. ambient**. v. 9, n. 3, p. 763-780, 2020.

MENDONÇA, B.M.R.; ALVES, P.E.; SANTOS, E.P. Green Cosmetics: bibliographic review about the sustainable trend in cosmetics development. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, p. e4212239888, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i2.39888

MENEZES, E.M.S.; TORRES, A.T.; SRUR, A.U.S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazonica**. v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Journal of Science Technology**, v. 26, n. 2, p. 211-219, 2004.

MONTEIRO, C.E.S.; COSTA FILHO, H.B.; SILVA, F.G.O.; et al. *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí) attenuates experimental colitis in rats: involvement of TLR4/COX-2/NF- κ B. **Inflammopharmacology**, v. 29, n. 1, p. 193–204. 2021.

MONTEIRO, J.R.S.; ARRIFANO, G.P.F.; QUEIROZ, A.I.D.G.; et al. Antidepressant and Antiaging Effects of Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) in Mice. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/3614960>.

MONTEIRO, J.R.S.; HAMOY, M.; COELHO, S.D.; et al. Anticonvulsant properties of *Euterpe oleracea* in mice. **Neurochemistry international**, v. 90, p. 20–27, 2015.

MONTEIRO, Y.M.; SILVA, G.F.; ALBUQUERQUE, P.M. Teste de Ordenação de Preferência para Xampus Contendo Extrato de Açaí e Castanha-do-Pará. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 3, n. 4, p. 0656–0664, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18540/jcecv13iss4pp0656-0664>

MORAIS, B.L.R.; GUTJAHR, E. **Química de oleaginosas: valorização da biodiversidade amazônica Chemistry of vegetable oils: valorization of the amazon biodiversity**. Belém, PA. ed. do Autor, 2012.

MOURO, V.G.S.; MELO, F.C.S.A.; MARTINS, A.L.P.; et al. *Euterpe oleracea* (Martius) Oil Reverses Testicular Alterations Caused after Cadmium Administration. **Biological trace element research**, v. 197, n. 2, p. 555–570, 2020.

MULABAGAL, V. & CALDERÓN, A.I. Liquid chromatography/mass spectrometry based fingerprinting analysis and mass profiling of *Euterpe oleracea* (açaí) dietary supplement raw materials. **Food Chemistry**, v. 134, n. 2, p. 1156-64. 2012. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.02.123

MULABAGAL, V.; KELLER, W.J.; CALDERÓN, A.I. Quantitative analysis of anthocyanins in *Euterpe oleracea* (açaí) dietary supplement raw materials and capsules by Q-TOF liquid chromatography/mass spectrometry, **Pharmaceutical Biology**, v. 50, n.10, p. 1289-1296, 2012. DOI: 10.3109/13880209.2012.674141

NASCIMENTO, W.M.O. do. **Açaí *Euterpe oleracea* Mart. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, n. 18, 2008. Versão on-line ISSN 1679-8058

NEVES, L.T.B.C.; CAMPOS, D.C. das S.; MENDES, J.K.S.; et al. Qualidade de frutos processados artesanalmente de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Rev. Bras. Frutic.** v. 37, n. 3, Jaboticabal-SP, 2015, p. 729-738.

NOGUEIRA, O.L.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MÜLLER, A.A. **Açaí. Embrapa Amazônia Oriental**, Belém, PA, 2005.

OLIVEIRA, A.A.; TORRES, A.G.; PERRONE, D.; et al. Effect of High Hydrostatic Pressure Processing on the Anthocyanins Content, Antioxidant Activity, Sensorial Acceptance and

Stability of Jussara (*Euterpe edulis*) Juice. **Foods** (Basel, Switzerland), v. 10, n. 10, p. 2246, 2021c.

OLIVEIRA, A.C. de; MIYAGAWA, L.M.; MONTEIRO, K.M.; et al. Phenolic composition, antiproliferative and antiulcerogenic activities of a polyphenol-rich purified extract from acai (*Euterpe oleracea*) fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, 2021b.

OLIVEIRA, A.R.; RIBEIRO, A.E.C.; OLIVEIRA, E.R.; et al. Structural and physicochemical properties of freeze-dried açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Science and Technology**. v. 40, 2020.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; NETO, J.T. de F.; MATTIETTO, R. de A.; et al. *Euterpe oleracea* Martius Açazeiro, manicola palm, assai, palmier pinot, euterp palm, manacá, morroque, uassi, pina, prasara, qapoe, qasei. **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**, 2017.

OLIVEIRA, M. do S.P. de; NETO, J.T. de F.; PENA, R. da S. Açai: técnicas de cultivo e processamento. Fortaleza: **Instituto Frutal**, 2007.

OLIVEIRA, N.K.S.; ALMEIDA, M.R.S.; PONTES, F.M.M.; et al. Molecular Docking, Physicochemical Properties, Pharmacokinetics and Toxicity of Flavonoids Present in *Euterpe oleracea* Martius. **Curr Comput Aided Drug Des.** v. 17, ed. 4, 2021a.

OLIVEIRA, V.U. & GARCIA, M.D.P.D. Palmeiras: Fibras e sementes usadas na confecção de artesanatos pela Associação de Artesãos de TabatingaAM-Brasil. **Educação Contemporânea**. p. 52-59, Belo Horizonte– MG: Poisson, 2021.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; DUNCAN, C.E.; TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açai species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**. v. 115, p. 1199-1205, 2009. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.01.034

PACHECO-PALENCIA, L.A.; MERTENS-TALCOTT, S.; TALCOTT, S.T. Chemical Composition, Antioxidant Properties, and Thermal Stability of a Phytochemical Enriched Oil from Açai (*Euterpe oleracea* Mart.), **J. Agric. Food Chem.**, v. 56, n. 12, p. 4631–4636, 2008.

PEIXOTO, H.; ROXO, M.; KRSTIN, S.; et al. An Anthocyanin-Rich Extract of Acai (*Euterpe precatoria* Mart.) Increases Stress Resistance and Retards Aging-Related Markers in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n.6, p. 1283–1290, 2016.

PERES, T.B. Noções básicas de cromatografia. **Biológico**, São Paulo, v. 64, n. 2, p. 227-229, 2002.

PETRUK, G.; ILLIANO, A.; DEL GIUDICE, R.; et al. Malvidin and cyanidin derivatives from açai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) counteract UV-A-induced oxidative stress in immortalized fibroblasts. **Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology**, v. 172, p. 42–51, 2017.

PIRES, L.K.S.; GRISOTTO, M.G.; GRISOTTO, R.F. O uso de plantas da Amazônia na produção de bioprodutos para tratamentos de pele. **Rev. de Investigação Biomédica**. v. 9, n. 1, p. 78-88, 2017.

POULOSE, S.M.; FISHER, D.R.; BIELINSKI, D.F.; et al. Restoration of stressor-induced calcium dysregulation and autophagy inhibition by polyphenol-rich açai (*Euterpe spp.*) fruit pulp extracts in rodent brain cells in vitro. **Nutrition** (Burbank, Los Angeles County, Calif.), v. 30 ed. 7-8, p. 853–862, 2014.

RAISER, A.L.; LUDWIG, L.; MARCÍLIO, M.; et al. Stability and potential antioxidant activity essay of pequi oil (*Caryocar brasiliense* camb.) in cosmetic emulsions. **Latin American Journal of Pharmacy**, v. 37, n. 1, p. 144 -151, 2018b.

RAISER, A.L.; SOUSA, A.M. de; ANDRIGHETTI, C. R.; et al. Evaluation of Stability and Potential Antioxidant Activity of Munguba (*Pachira aquática* Aublet) Oil in Cosmetic Emulsions. **Lat. Am. J. Pharm.** v.37, n.8, p.1491-1497, 2018a.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**. v. 26, ed. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

RIBEIRO, L.O.; MENDES, M.F.; PEREIRA, C.S.S. Avaliação da Composição Centesimal, Mineral e Teor de Antocianinas da Polpa de Juçai (*Euterpe edulis* Martius). Revista Eletrônica **TECCEN**, Vassouras, v. 4, n. 2, p. 5-16, 2011.

RODRIGUES, I.M.C.; SOUZA FILHO, A.P.S.; FERREIRA, F.A. Estudo fitoquímico de *senna alata* por duas metodologias. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 507-513, 2009.

SANTOS, G.M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P.H.M.; et al. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açai (*Euterpe oleracea* Mart). **ALAN**. v. 58 n. 2, Caracas, jun. 2008.

SANTOS, V.S.; TEIXEIRA, G.H.A.; BARBOSA JR, F. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.): A Tropical Fruit with High Levels of Essential Minerals—Especially Manganese—and its Contribution as a Source of Natural Mineral Supplementation, **Journal of Toxicology and Environmental Health**, Part A: v. 77, p. 80-89, 2014. DOI: 10.1080/15287394.2014.866923

SCHAUSS, A.; WU, X.; PRIOR, R.L.; et al. Antioxidant Capacity and Other Bioactivities of the Freeze-Dried Amazonian Palm Berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Açai). **J. Agric Food Chem.** v. 54, p. 8604-8610. 2006. doi:10.1021/jf060976g

SCHULZ, M.; GONZAGA, L.V.; SOUZA, V.; et al. Neuroprotective effect of juçara (*Euterpe edulis* Martius) fruits extracts against glutamate-induced oxytosis in HT22 hippocampal cells. **Food research international** (Ottawa, Ont.), v. 120, p. 114–123, 2019.

SCHULZ, M.; SERAGLIO, S.K.T.; BRUGNETOTTO, P.; et al. Composition and potential health effects of dark-colored underutilized Brazilian fruits – A review. **Food Research International**, v. 137, 2020.

SCHULZ, M.; SERAGLIO, S.K.T.; GONZAGA, L. V.; et al. Phenolic Compounds in *Euterpe* Fruits: Composition, Digestibility, and Stability – A Review. **Food Reviews International**, 2021. DOI: 10.1080/87559129.2021.1909060

SHARMA, O.M.P.; BHAT, T.K. DPPH antioxidant assay revisited. **Food Chemistry**. v. 133, ed. 4, p. 1202-1205, 2006.

SILVA, A.J.B.; SEVALHO, E.S.; MIRANDA, I.P.A. Potencial das palmeiras nativas da Amazônia Brasileira para a bioeconomia: análise em rede da produção científica e tecnológica. **Ciênc. Florest.**, v. 31, n. 2, p. 1020-1046, abr./jun. 2021a. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509843595>.

SILVA, A.O.; MERA, W.Y.W. de L.; SANTOS, D.C.R.; et al. Estudo da produção de açaí (*Euterpe oleracea* Mart): aspectos econômicos e produtivos baseados nos anos de 2015 a 2017. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v. 6, n. 1, p.1629-1641, jan. 2020.

SILVA, B.J.M.; MONTEIRO, J.R.S.; ROGEZ, C. et al. Selective effects of *Euterpe oleracea* (açaí) on *Leishmania (Leishmania) amazonensis* and *Leishmania infantum*. **Biomedicine & Pharmacotherapy**. v. 97, p. 1613-1621, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.11.089>

SILVA, C.; CAMARA, J.S.; PERESTRELO, R. A high-throughput analytical strategy based on QuEChERS-dSPE/HPLC–DAD–ESI–MSn to establish the phenolic profile of tropical fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 98, 2021d. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103844>

SILVA, H.R.; ASSIS, D.C.; PRADA, A. L.; et al. Obtaining and characterization of anthocyanins from *Euterpe oleracea* (açaí) dry extract for nutraceutical and food preparations. **Rev. Brasileira de Farmacognosia**. v. 29, n. 5, p. 677-685, 2019.

SILVA, M.A.C.N.; COSTA, J.H.; PACHECO-FILL, T.; et al. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Seed Extract Induces ROS Production and Cell Death in MCF-7 Breast Cancer Cell Line. **Molecules**. v. 26, n. 12, p. 3546. 2021b.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, P.P.M.; CARMO, L.F.; SILVA, G.M.; et al. Composição física, química e lipídica de juçara (*Euterpe edulis* mart.) Pulp. **Alim. Nutr. = Braz. J. Food Nutr.**, v. 24, n. 1, p. 7-13, 2013.

SILVEIRA, T.F.F.; CRISTIANINI, M.; KUHN, G.G.; et al. Anthocyanins, non-anthocyanin phenolics, tocopherols and antioxidant capacity of açaí juice (*Euterpe oleracea*) as affected by high pressure processing and thermal pasteurization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 55, p. 88-96, 2019.

SOARES, S.E. Phenolic acids as antioxidants. **Revista de Nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.

SOSA, R.A.; RODRÍGUEZ, A.F.M.; ALONSO, P.A.; et al. Antioxidant Properties Of Amazonian Fruits: A Mini Review Of In Vivo And In Vitro Studies. **Medicina Oxidativa e Longevidade Celular**, vol. 2019, Artigo ID 8204129, 11 páginas, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8204129>

SOUZA, D.V. de; PAPPIS, L.; BANDEIRA, T.T.; et al. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) presents anti-neuroinflammatory capacity in LPS-activated microglia cells. **Nutritional Neuroscience**. v. 12, n. 1, 2020. DOI: 10.1080/1028415X.2020.1842044

STAFUSSA, A.P.; MACIEL, G.M.; BORTOLINI, D.G.; et al. Bioactivity and bioaccessibility of phenolic compounds from Brazilian fruit purees. **Future Foods**. v. 4, 2021.

STAFUSSA, A.P.; MACIEL, G.M.; RAMPAZZO, V.; et al. Bioactive compounds of forty-four traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity, **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 106-118, 2018. doi: 10.1080/10942912.2017.1409761

SUCUPIRA, N.R.; SILVA, A.B.; PEREIRA, G.; et al. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, v. 14, n. 4, p.263-9, 2012.

SUDO, R.T.; NETO, M.L.; MONTEIRO, C.E.; et al. Antinociceptive effects of hydroalcoholic extract from *Euterpe oleracea* Mart. (Açai) in a rodent model of acute and neuropathic pain. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 15, n. 208, 2015.

SUN, X.; SEEBERGER, J.; ALBERICO, T.; et al. Açai palm fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves survival of flies on a high fat diet. **Experimental gerontology**, v. 45, ed. 3, p. 243–251, 2010.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB; CROSBY, K.; et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. v. 9, n. 6-7, p. 669-725, 2006.

VANNUCHI, N.; JAMAR, G.; PISANI, L.; et al. Chemical composition, bioactive compounds extraction, and observed biological activities from jussara (*Euterpe edulis*): The exotic and endangered Brazilian superfruit. **Compr Rev Food Sci Food Saf**. v. 20, 4 ed, p. 3192–3224, 2021.

VASQUES, I.L.; LEONARDI, R.G. Experiência do usuário em cosméticos: análise da percepção sobre o uso de um hidratante antiidade. **Cosméticos**, v. 10, n. 1, p. 33, 2023.

VEIGA, J.B.; SCUDELLER, V.V. Etnobotânica e medicina popular no tratamento de malária e males associados na comunidade ribeirinha Julião – baixo Rio Negro (Amazônia Central). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 17, n. 4, p.737-747, 2015.

VIEIRA, D.A.; SANTOS, P.S.; HAMINIUK, C.W.; et al. Avaliação da atividade antioxidante das folhas de acerola, guabiroba e ora-pro-nobis. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão (PR), v. 1, n. 2, p. 129-134, jul./dez., 2010.

YUAN, T.; GUO, X.F.; SHAO, S.Y.; et al. Characterization and identification of flavonoids from *Bambusa chungii* leaves extract by UPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS. **Acta Chromatographica**, v. 33, n. 3, p. 281-294, 2021. DOI: 10.1556/1326.2020.00777

YAMAGUCHI, K.K. de L.; PEREIRA, L.F.R.; LAMARÃO, C.V.; et al. Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v.15, p. 137-151, 2015b.

YAMAGUCHI, K.K. de L.; SOUZA, A. de O. Antioxidant, Hypoglycemic and Neuroprotective Activities of Extracts from Fruits Native to the Amazon Region: A Review. **Biotechnology Journal International**, v. 24, n. 6, p. 9-31, 22 out. 2020.

YAMAGUCHI, K.K.L. **Caracterização de substâncias fenólicas de resíduos de frutos amazônicos e avaliação para o uso biotecnológico**. 2015. 198f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Amazonas, Programa de Pós-Graduação em Química. Manaus, 2015a.

YOKOMIZO, G.K.; NETO, J.T. de F.; OLIVEIRA, M. do S.P. de; et al. Desempenho de progênies de açaizeiro pelo GGE Biplot. **Biota Amazônia**. Macapá, v. 10, n. 3, p. 39-45, 2020.

ZUCCO A.; SOUSA, F.S.; ROMEIRO, M.C. Cosméticos naturais: uma opção de inovação sustentável nas empresas. **Braz. J. of Bus.**, v. 2, n. 3, p. 2684-2701, jul./set. 2020. DOI: 10.34140/bjbv2n3-056

ANEXOS

Anexo 1 – Artigo

Artigo de Capa

Aproveitamento de subprodutos do açaí no desenvolvimento de novos produtos

Cristiana N. Rodrigues¹, Klenicy K. L. Yamaguchi², Valdir F. Veiga-Junior³ – ¹Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-AM; ²Instituto de Saúde e Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Coari-AM; ³Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro-RJ

A importância regional do açaí

No Brasil encontra-se uma das maiores reservas de biodiversidade, a floresta amazônica. Localizada na região Norte do país, engloba uma das maiores e mais variadas espécies nativas do planeta. Essa região possui espécies frutíferas nativas, sendo algumas bastante apreciadas pelo mercado nacional e internacional, por conter diversos princípios ativos, que são utilizados para a produção de cosméticos, fitoterápicos, bebidas e muitos outros tipos de produtos.

E em meio a tantas espécies encontram-se os açaizeiros (Figura 1), que constituem palmeiras da família Arecaceae, que têm se destacado no mercado internacional pela grande demanda por seus frutos e derivados. Pertencentes ao gênero *Euterpe*, são três as espécies de importância comercial. Na Amazônia, além de *Euterpe oleracea* Mart., a espécie tipo, também é endêmica *E. precatoria* Mart. Já no Sudeste, o açaí é conhecido como jussara, da espécie *E. edulis* Mart.

A espécie *E. oleracea*, originária da América



Figura 1. Frutos do açaizeiro.
Fonte: próprios autores.

A espécie *E. oleracea*, originária da América Central e do Sul, é considerada a palmeira mais produtiva e tem o estado do Pará como o principal produtor comercial. Além desse estado, o açaí dito popularmente como açaí-do-Pará, é uma das espécies comerciais mais conhecidas na Amazônia Oriental, nos Estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Tocantins, e em países da América do Sul (Venezuela, Colômbia, Equador, Suriname e Guiana) e da América Central (Panamá). No entanto, é na região do estuário do rio Amazonas que se encontram as maiores e mais densas populações naturais dessa palmeira.

A *E. precatoria*, comum nas matas da Amazônia Ocidental (Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima), apresenta ocorrência natural em parte da América Central (Belize, Guatemala, Honduras, Nicarágua, Costa Rica e Panamá) e da América do Sul (Colômbia, Venezuela, Trinidad, Guianas, Equador, Peru, Brasil e Bolívia). Já *E. edulis* tem ocorrência desde o sul da Bahia até o norte do Rio Grande do Sul, tendo predominância ao longo do litoral brasileiro.

O formato das árvores influencia muito a sua exploração. *E. oleracea* é chamada de açaí de touceira, pois possui perfilhamento, seu tronco possui diversos caules (estipes), usualmente mais de uma dezena. Uma técnica importante de seu manejo é a poda que retira os estipes mais altos e finos, deixando uns 4 a 6 estipes, que têm a produtividade de frutos potencializada e a sua coleta facilitada. Nessa poda, aproveita-se o palmito, que possui grande mercado. *E. precatoria* é uma espécie comum na Amazônia Ocidental (como no Acre, Peru e Bolívia) e Central, como em Coari e Codajás, na região do Médio Solimões (Amazonas), grandes polos produtores. É chamado de açaí solteiro pois, assim como a jussara, possui um tronco único. A exploração desordenada da jussara a partir da década de 1960 para a retirada do palmito a deixou em ameaça de extinção. Evento semelhante ocorreu na década de 1980, no Acre, com *E. precatoria*.

Conhecidas por diferentes nomes populares como "açaí-de-touceira" denominados para *E. oleracea*, "açaí solteiro", "açaí solitário", "açaí-da-mata" para *E. precatoria* e usualmente chamado de "jussara" para *E. edulis*.

As espécies deste gênero possuem alto valor agregado por seu potencial econômico, fato que faz com que seja crescente a demanda ao longo dos

Anexo 2 – Livro Impresso



Editora Oikos Ltda.
 Rua Paraná, 240 – B. Scharlau
 93120-020 São Leopoldo/RS
 Tel.: (51)3568-2848
 contato@oikoseditora.com.br
 www.oikoseditora.com.br

Recurso obtido pelo PROGRAMA DE APOIO À PESQUISA – UNIVERSAL AMAZONAS, EDITAL N.002/2018 do trabalho intitulado:
 AVALIAÇÃO DAS DIFERENTES ESPÉCIES DE AÇAÍ COMERCIALIZADAS NA REGIÃO DO MÉDIO SOLIMÕES

A168 Açaí amazônico. Propriedades, características e boas práticas de manipulação. / Cristiana Nunes Rodrigues et al. – São Leopoldo: Oikos, 2021.
 36 p.: il.; color.; 19 x 27,5 cm
 ISBN 978-65-5974-027-7
 1. Açaí. 2. Processamento – Açaí. 3. Boas práticas – Manipulação – Açaí. 4. Consumo – Açaí. 6. Extrativismo – Açaí. I. Rodrigues, Cristiana Nunes. II. Yamaguchi, Hudinilson Kendy de Lima. III. Yamaguchi, Klenicy Kazumy de Lima. IV. Veiga Junior, Valdir Florencio da.

CDU 634.613

Bibliotecária responsável: Eliete Mari Doncato Brasil CRB 10/1184