

**INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE EXTRAÇÃO NO PERFIL QUÍMICO DE EXTRATOS DE FRUTOS E FOLHAS DE SICYOS EDULIS (JACQ.) (CHUCHU)**

**INFLUENCE OF EXTRACTION METHOD ON THE CHEMICAL PROFILE OF SICYOS EDULIS (JACQ.) (CHAYOTE) FRUIT AND LEAF EXTRACTS**

**INFLUENCIA DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN EN EL PERFIL QUÍMICO DE EXTRACTOS DE FRUTOS Y HOJAS DE SICYOS EDULIS (JACQ.) (CHAYOTE)**

 <https://doi.org/10.56238/arev7n8-255>

**Data de submissão:** 17/08/2025

**Data de publicação:** 17/09/2025

**Anna Maria Romano Silva**

Bacharel em Química Tecnológica

Instituição: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

E-mail: annamaria.rs1204@gmail.com

**Esther Maria Ferreira Lucas**

Doutora em Química

Instituição: Departamento de Química – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

E-mail: esthermfl@cefetmg.br

**Andreia Fonseca Silva**

Mestrado em Botânica

Instituição: Herbário PAMG da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG)

E-mail: andreiasilva@epamig.br

**Alisson Samuel Portes Caldeira**

Doutor em Ciências Farmacêuticas

Instituição: Grupo de Química de Produtos Naturais Bioativos – Instituto René Rachou (FIOCRUZ MINAS)

E-mail: alisson.caldeira@fiocruz.br

**Tânia Maria de Almeida Alves**

Doutora em Química

Instituição: Grupo de Química de Produtos Naturais Bioativos – Instituto René Rachou (FIOCRUZ MINAS)

E-mail: tania.alves@fiocruz.br

**RESUMO**

A espécie *Sicyos edulis* (Jacq.), conhecida popularmente como chuchu, é amplamente empregada na culinária, devido à sua rica composição nutricional, e na medicina popular, devido às suas propriedades farmacológicas, sendo indicado no tratamento de hipertensão, distúrbios renais e intestinais. O presente estudo teve como objetivo preparar e caracterizar quimicamente extratos dos frutos e folhas desta espécie, preparados em diferentes condições, buscando verificar de que forma o perfil químico dos extratos é afetado pela variação dos métodos de extração e, se tais alterações afetam a presença de

metabólitos secundários. Foram preparados extratos etanólicos a partir das folhas secas e frescas, bem como do fruto fresco, utilizando as técnicas de maceração e Soxhlet. A caracterização química foi realizada por meio de cromatografia líquida de ultra alta performance acoplada à espectrometria de massas com ionização por eletrospray (UHPLC-ESI-MS/MS). Nos extratos etanólicos dos frutos, foram encontrados açúcares, aminoácidos e ácidos graxos glicosilados. Já nos extratos etanólicos das folhas foram caracterizados aminoácidos, flavonoides e flavonas, sendo a maceração a frio, em etanol, das folhas secas, o método que conduziu a obtenção de maior variedade de flavonoides incluindo, diosmina, luteolina, kaempferol e crisoeriol.

**Palavras-chave:** *Sicyos edulis* (Jacq.). Fitofármacos. Flavonóides.

## ABSTRACT

The species *Sicyos edulis* (Jacq.), popularly known as chayote, is widely used in cooking due to its rich nutritional composition and in folk medicine for its pharmacological properties, being indicated for the treatment of hypertension and kidney and intestinal disorders. This study aimed to prepare and chemically characterize extracts from the fruits and leaves of this species, prepared under different conditions, to determine how the chemical profile of the extracts is affected by variations in extraction methods and whether such changes affect the presence of secondary metabolites. Ethanolic extracts were prepared from the dried and fresh leaves, as well as from the fresh fruit, using the maceration and Soxhlet techniques. Chemical characterization was performed using ultra-high-performance liquid chromatography coupled with electrospray ionization mass spectrometry (UHPLC-ESI-MS/MS). Sugars, amino acids, and glycosylated fatty acids were found in the ethanolic extracts of the fruits. Amino acids, flavonoids, and flavones were characterized in the ethanolic extracts of the leaves. Cold maceration of the dried leaves in ethanol was the method that yielded the greatest variety of flavonoids, including diosmin, luteolin, kaempferol, and chrysoeriol.

**Keywords:** *Sicyos edulis* (Jacq.). Phytopharmaceuticals. Flavonoids.

## RESUMEN

La especie *Sicyos edulis* (Jacq.), conocida popularmente como chayote, se utiliza ampliamente en la cocina debido a su rica composición nutricional y en la medicina popular por sus propiedades farmacológicas, estando indicada para el tratamiento de la hipertensión y trastornos renales e intestinales. Este estudio tuvo como objetivo preparar y caracterizar químicamente extractos de frutos y hojas de esta especie, preparados en diferentes condiciones, para determinar cómo el perfil químico de los extractos se ve afectado por las variaciones en los métodos de extracción y si dichos cambios afectan la presencia de metabolitos secundarios. Se prepararon extractos etanólicos a partir de hojas secas y frescas, así como del fruto fresco, mediante las técnicas de maceración y Soxhlet. La caracterización química se realizó mediante cromatografía líquida de ultra alta resolución acoplada a espectrometría de masas con ionización por electrospray (UHPLC-ESI-MS/MS). Se encontraron azúcares, aminoácidos y ácidos grasos glicosilados en los extractos etanólicos de los frutos. Se caracterizaron aminoácidos, flavonoides y flavonas en los extractos etanólicos de las hojas. La maceración en frío de las hojas secas en etanol fue el método que produjo la mayor variedad de flavonoides, incluyendo diosmina, luteolina, kaempferol y crisoeriol.

**Palabras clave:** *Sicyos edulis* (Jacq.). Fitofármacos. Flavonoides.

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de plantas medicinais pelo homem é uma prática de origem milenar. Durante a antiguidade, o emprego deste tipo de técnica, embora estreitamente associada à visão espiritual, conduziu às observações empíricas que levaram ao conhecimento das propriedades farmacêuticas de diversas espécies de plantas utilizadas pelas civilizações. Atualmente, apesar de haver um uso generalizado de drogas sintéticas, é perceptível a popularidade da utilização de plantas medicinais entre diversas comunidades tradicionais, bem como a transmissão intergeracional dos conhecimentos através, principalmente, das raizeiras e benzedeiras (FERNANDES, 2020). Um estudo feito por Oliveira et al. (2011) destaca que cerca de 65% da população mundial emprega ervas como recurso no tratamento de doenças e sintomas, sendo este um recurso mais acessível principalmente nos países em desenvolvimento.

As plantas medicinais e os fitoterápicos, portanto, configuram-se como uma fonte alternativa terapêutica e complementar em relação aos medicamentos sintéticos. Nas últimas décadas, tem sido observado um aumento da procura popular por tratamentos de saúde empregando agentes mais naturais e de menor custo, o que ocasionou na popularidade de recursos terapêuticos a partir de extratos vegetais (SINGI et al., 2005). Outrossim, esta mesma procura motiva, de maneira simultânea, uma maior valorização da flora brasileira e dos patrimônios bioculturais, uma vez que é estipulado uma biota de cerca de 170 a 210 mil espécies no Brasil (SIMÕES et al., 2010). Logo, tal perspectiva exibe o potencial interesse e necessidade de aprofundamento nas pesquisas relacionadas à farmacognosia e química dos produtos naturais.

Conceitualmente, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2022), as plantas medicinais são definidas como espécies de plantas capazes de atuar no organismo de forma a exercer uma função sob determinada enfermidade, seja na sua prevenção, tratamento ou até mesmo cura. É de conhecimento científico que o fator que fundamenta as propriedades terapêuticas destas plantas é a presença de componentes químicos farmacologicamente ativos, oriundos de sua biossíntese, denominados fitofármacos (DEWICK, 2009).

Representante da Família Cucurbitaceae, a espécie *Sicyos edulis* (Jacq.) (Figura 1), popularmente conhecida no Brasil como chuchu, é uma planta trepadeira, herbácea e perene, com gavinhas e raízes tuberosas. Seus frutos apresentam um formato de pera, dos quais crescem tanto individualmente quanto em pares em um pedúnculo compartilhado. As folhas desta espécie possuem um formato ligeiramente lobado, com três a cinco lóbulos angulares, com margens denticuladas e gavinhas divididas. Taxonomicamente, a *Sicyos edulis* é classificada como uma Embriofita, de Classe Magnoliopsida, Ordem Violales, Família Cucurbitaceae, gênero *Sicyos* e espécie *Sicyos edulis* (Jacq.)

(VIEIRA et al., 2018). O cultivo desta planta é datado desde eras pré-colombianas no continente da América Central, em específico na região do México. Ao longo dos anos, é evidenciado uma domesticação das espécies do gênero *Sicyos*, justamente por representarem de elevado valor nutritivo e importância econômica (IÑIGUEZ et al., 2008).



Fonte: Ecosostenibile (2022).

Tradicionalmente, esta espécie é amplamente utilizada na culinária mundial, no qual seu valor nutritivo e versatilidade destacam-se como os fatores que tornam o *Sicyos edulis* popular entre as nações. A possibilidade de consumo das mais diversas partes da planta (tais como frutos, raízes, brotos, etc), bem como seu alto teor de fibras e sais minerais (como cálcio, fósforo, potássio e magnésio) são outros fatores que também justificam este fato (VÁSQUEZ, 2008). Um estudo feito por Iñiguez et al. (2008), ilustrado na Tabela 1, reportou a composição nutricional de diferentes partes da espécie, evidenciando seu alto valor nutritivo.

Tabela 1 - Composição química nutricional da espécie *Sicyos edulis* (Jacq.) (para 100 gramas de matéria seca)

Composição	Fruto maduro	Semente	Folhas	Raiz
<b>Energia (cal)</b>	26-31	-	60.0	79.0
<b>Umidade (%)</b>	90-94.5	-	89.7	79.7
<b>Proteínas (g)</b>	0.9-1.1	5.5	4.0	2.0
<b>Carboidratos (g)</b>	0.1-0.3	-	0.4	0.2
<b>Lipídeos (g)</b>	3.5-8.4	60.0	4.7	17.8
<b>Fibras (g)</b>	0.4-1.0	-	1.2	0.4
<b>Ca<sup>2+</sup> (g)</b>	12-19	-	58.0	7.0
<b>P<sup>+</sup> (mg)</b>	20-27	-	108.0	34.0
<b>Fe<sup>2+</sup> (g)</b>	0.4-0.8	-	2.5	0.8
<b>Cu<sup>2+</sup> (g)</b>	8.82	-	-	-
<b>Zn<sup>+</sup> (g/mL)</b>	<b>8.4</b>	-	-	-
<b>Mn<sup>2+</sup> (g)</b>	0.47	-	-	-
<b>K<sup>+</sup> (g/mL)</b>	38.0	-	-	-
<b>Vitamina A (mg)</b>	5.0	-	615.0	-

Fonte: Adaptado de Iñiguez et al. (2008).

Na medicina popular, as folhas de chuchu são utilizadas em infusões com propriedades diuréticas, antioxidante, anti-hipertensiva, hipoglicemiante, sendo estas associadas à composição

química rica em compostos fenólicos e polissacarídeos presentes na espécie (VÁSQUEZ, 2008). Atividades antimicrobianas e antiepileptica de folhas do chuchu também são relatadas pela literatura (VIEIRA et al., 2018). Destaca-se também, a atividade hepatoprotetora promovida por brotos da planta, capaz de reduzir o acúmulo de lipídeos hepáticos, sendo esta, também relacionada à presença de componentes polifenólicos. Ainda, de acordo com estudos realizados por Chaves et al. (no prelo), na comunidade Cabana do Pai Tomás – Belo Horizonte (MG), o uso de chás de folhas chuchu é empregado por raizeiras da região para o tratamento de sintomas depressivos e de ansiedade.

Estudos fitoquímicos da espécie *S. edulis* relatam a presença de cerca de 64 metabólitos secundários. Vieira et al. (2018) descreveram a presença de compostos fenólicos, saponinas, flavonoides, antraquinonas, cumarinas, terpenos e diversos outros produtos naturais, dentre os quais os principais metabólitos secundários já identificados nas raízes e folhas desta espécie são os compostos polifenólicos: miricitrina; crisoeriol-7-O-rutinosídeo; apigenina-6-C-β-D-glucopiranosil-8-C-β-D-apiofuranosídeo; diosmetina-7-O-rutinosídeo; vicenina-2; vitexina; luteolina-7-O-rutinosídeo; luteolina-7-O-β-D-glucosídeo; apigenina-7-O-rutinosídeo; kaempferol-7-O-glucosídeo; kaempferol-3-O-sambubiosídeo; irianterina-E-triacetato I e II. São apontados também esteróis, triterpenos e cucurbitacinas nas partes aéreas da planta, tais como: 24- etilcolesta-7,22-dienol; 24- etilcolesta- 7-enol; 24- etilcolesta-7,25-dienol; 24- etilcolesta-7,22,25-trienol; 24- metilcolesta-7-enol; α- amirina; cicloartenol; β-amirina; 24-metilenocicloartanol; cucurbitacinas B, E, P e Q1, dihidrocucurbitacinas e isocucurbitacinas (VÁSQUEZ, 2008). Ainda, alguns ácidos são listados nos frutos do chuchu, como: ácido cumárico; ácido palmítico; ácido linoleico; ácido esteárico; ácido oleico; ácido trans-cinâmico; ácido fenilacético; ácido 3-octadecenóico; ácido palmitoleico, ácido fólico (VIEIRA et al., 2018; ANZHEN et al., 2021; CERIO et al., 2019), ácido octadeca-9,12-dienóico, docosano, oct-1-en-3-ol e Z-hex-3-en-1-ol (VÁSQUEZ, 2008).

Vitaminas e carotenóides também são relatados no estudo fitoquímico dos frutos, cascas e folhas da espécie, indicando a presença de vitamina C e β-caroteno. Os principais aminoácidos presentes em *S. edulis* são: triptofano; valina; leucina; isoleucina; fenilalanina; treonina; lisina; trilinoleína; argentina, histidina, tirosina, glicina, serina, metionina (CORONEL et al., 2017).

Nesta perspectiva, o presente estudo objetivou a avaliação do perfil fitoquímico de extratos de folhas e frutos da espécie *Sicyos edulis* (Jacq.), preparados por diferentes metodologias, buscando identificar qual metodologia de extração poderia conduzir ao extrato no qual estivessem presentes, de forma mais representativa, metabólitos secundários.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 COLETA, TRATAMENTO DO MATERIAL VEGETAL E PREPARO DOS EXTRATOS DA ESPÉCIE

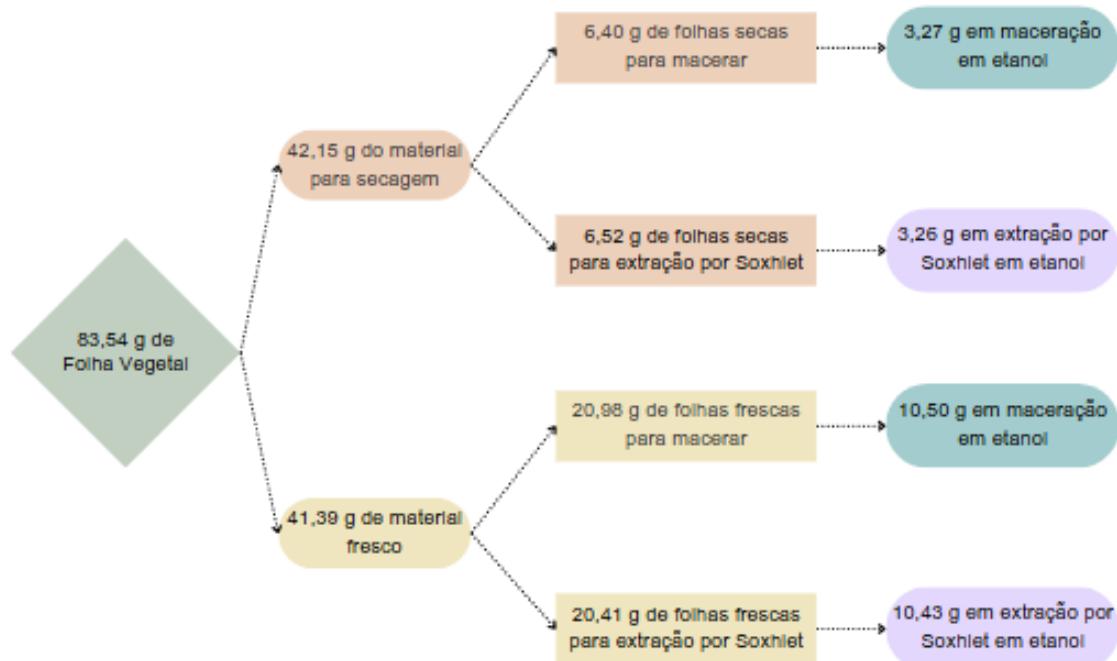
A coleta das folhas e frutos da espécie *S. edulis* foi efetuada em indivíduos distintos, nas coordenadas  $19^{\circ}49'40.8''S$  /  $43^{\circ}9'32.4''W$  e  $20^{\circ}21'26''S$  /  $43^{\circ}59'52''W$ , respectivamente, e aproximadamente às 8:00 h do dia 09 de abril de 2023. O procedimento de coleta foi executado de maneira sistemática, por intermédio da retirada de ramos, folhas e frutos, cortados a aproximadamente 30 cm do solo, conforme é indicado pela bibliografia de Simões et al. (2010). Posteriormente, as amostras vegetais foram armazenadas adequadamente em geladeira durante um período aproximado de 5 dias, para a posterior extração de seus metabólitos.

As folhas foram separadas em duas porções. Uma destas porções que continha 42,15 g, pesadas em balança analítica, foi submetida à secagem em condições ambientais, permanecendo por 7 dias à temperatura ambiente, até que atingisse massa constante. A outra porção de 41,39 g, foi empregada na preparação dos extratos de folhas frescas.

De maneira análoga, o fruto do chuchu foi dividido em duas porções, sendo uma delas submetida a secagem em estufa de aquecimento, para posterior comparação do perfil dos extratos do fruto fresco e seco. Para tal, fatiou-se o fruto e pesou-se, em balança analítica 56,94 g. Este material foi acondicionado em um vidro relógio e levado à estufa para secagem à 50°C. O processo de secagem então foi realizado por um período de aproximadamente 6 h, até que se obtivesse uma massa constante da parcela de frutos secos. Analogamente, a outra porção de 56,93 g, foi fatiada e empregada na preparação dos extratos.

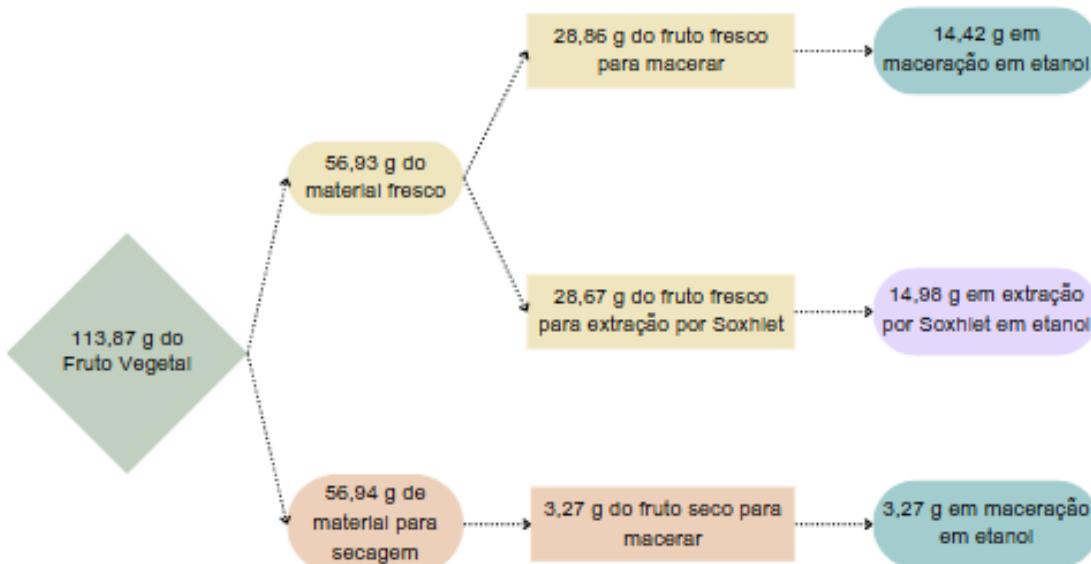
Após a secagem, efetuou-se, separadamente, o fracionamento manual das folhas secas e frescas de chuchu, a fim de aumentar a superfície de contato com o solvente extrator, sendo obtido fragmentos de cerca de 0,5cm. Dividiu-se homogeneousmente cada material vegetal das folhas secas e frescas, respectivamente, e pesou-se os em balança analítica de precisão, para que as porções vegetais pudessem ser submetidas, separadamente, aos dois procedimentos de extração (maceração e Soxhlet) utilizando-se etanol como solvente extrator. Analogamente, as porções frescas do fruto da espécie também foram divididas em frações iguais, respectivamente, para serem submetidas aos procedimentos de extração em etanol, por maceração Soxhlet. A porção seca do fruto de chuchu, por sua vez, devido à grande perda de massa durante a secagem, somente foi submetida à um processo de maceração utilizando-se etanol como solvente extrator. A divisão do material vegetal é apresentada nas figuras 2 e 3.

Figura 2 – Tratamento das folhas de *Sicyos edulis*



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Tratamento dos frutos de *Sicyos edulis*



Fonte: Autoria própria.

O procedimento de maceração das frações vegetais foi efetuado adicionando a Erlenmeyer a cada porção do material vegetal e 400 mL de etanol P.A. Os sistemas foram deixados em repouso à temperatura ambiente e abrigo da luz por 7 dias. A extração por Soxhlet, por sua vez, foi efetuada empregando-se etanol P.A como solvente, contabilizando-se ao todo sete ciclos de extração.

A remoção do solvente de cada sistema, foi realizada empregando-se um aparelho de rotaevaporador, em banho maria à temperatura aproximada de 50°C, com rotação constante para homogeneização do aquecimento. Ao final do processo, com o auxílio de uma pipeta, fez-se a transferência quantitativa de cada extrato concentrado para frascos devidamente etiquetados e tarados, que permaneceram abertos em capela de exaustão para a evaporação dos solventes remanescentes. Pesou-se a massa dos extratos resultantes, em balança analítica, e calculou-se os respectivos rendimentos.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS ETANÓLICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ULTRA PERFORMANCE ACOPLADA À ESPECTROMETRIA DE MASSAS POR IONIZAÇÃO POR ELETROSPRAY (UHPLC-ESI-MS/MS)

### 2.2.1 Preparo das amostras

Com o auxílio de uma espátula e balança analítica, foram pesados cerca de 5 mg dos extratos brutos secos em microtubos do tipo safe lock previamente identificados. Em seguida, as amostras foram solubilizadas em metanol grau HPLC, com auxílio de ultrassom (5 min) e vórtex (2 min), para se atingir a concentração final de 5 mg/mL. Com uma pipeta automática, foram pipetados 50 µL de cada uma das amostras para vials contendo polipropileno, os quais foram acondicionados na rack do amostrador automático para análise por UHPLC-MS/MS.

### 2.2.2 Instrumentação e condições de análise

As análises de UHPLC-MS/MS foram realizadas em um sistema Nexera UHPLC (Shimadzu, Japão) acoplado a um espectrômetro de massas com ionização por electrospray e detecção do tipo quadrupolo/tempo de vôo (ESI-Q-TOF) de alta resolução MaXis ETD (Bruker, Alemanha) e controlado pelo pacote de software Compass 1.5 (Bruker, Alemanha).

Alíquotas de 1 a 2 µL foram injetadas em uma coluna Shimpack XR-ODSIII (C18, 150 × 2,0 mm, 2,2 µm) a 40°C sob uma taxa de fluxo de 400 µL/min. As fases móveis A e B (0,1% de ácido fórmico grau HPLC em água e acetonitrila grau HPLC, respectivamente) foram empregadas em uma eluição em modo gradiente a 5% B por 0.5 min, seguida de uma rampa linear até 100% B em 20 min e uma espera a 100% B durante 4.5 min. Os espectros de massas foram adquiridos no modo de

ionização positivo a uma taxa espectral de 5,00 Hz. Os parâmetros da fonte de íons foram ajustados para 500 V de end plate offset, voltagem do capilar de 4.500 V, pressão do nebulizador de 3,0 Bar, e fluxo e temperatura do gás de secagem de 8,0 L/min e 200°C, respectivamente. Espectros de fragmentação foram adquiridos em modo dependente de dados (MS/MS automatizado) usando uma rampa de energia de colisão entre 15 e 60 eV. As configurações do resfriador de íons foram otimizadas para uma faixa de 100-1500 m/z usando uma solução de calibração constituída de formato de sódio Sigma 1 mM em 2-propanol 50% J. T. Baker. A calibração de massas foi realizada por meio de infusão inicial de 20 µL desta solução na fonte de íons e recalibração pós-aquisição dos dados brutos. A detecção do composto foi realizada por dissecção de pico cromatográfico com subsequente determinação da fórmula de acordo com a massa exata e o padrão isotópico (MS1). A identificação putativa foi baseada na comparação dos espectros de fragmentação dos compostos (MS2) com espectros de referência de substâncias padrão provenientes do banco de dados in house (substâncias de referência) e público MassBank (HORAI et al., 2010), assim como no programa Sirius Software 5.5.7.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 PREPARO DOS EXTRATOS

A tabela abaixo expressa as massas das frações vegetais antes e após o procedimento de secagem, bem como o teor de água perdido por cada uma destas.

Tabela 2 - Relação das massas das frações vegetais antes e após a secagem e relação com seu teor de água perdida			
Fração vegetal	Massa (g) da amostra vegetal antes da secagem	Massa (g) da fração amostra após a secagem	Teor (%) de água perdida
Folhas	42,15	12,92	69,35
Frutos	56,94	3,27	88,99

Fonte: Autoria própria (2024)

Baseando-se nos dados da Tabela 2, tornou-se possível verificar o grande conteúdo de água presente na espécie do chuchu, sobretudo em seus frutos, onde quase 90% de seu conteúdo é referente à água, conforme descrito por Iñiguez et al. (2008). Além disso, a grande percentagem de massa perdida nos frutos de *S. edulis* após a secagem justificou a preparação de somente o extrato no fruto seco, que se deu pelo processo de maceração utilizando o etanol como solvente extrator.

Quanto ao rendimento dos extratos concentrados obtidos após o procedimento de remoção dos solventes extratores, a Tabela 3 esquematiza os nomes dos extratos e sua codificação, as massas iniciais da fração vegetal submetida à cada preparo distinto de extração, bem como as massas finais dos extratos concentrados obtidos após a remoção dos solventes.

Tabela 3 – Tabela comparativa de rendimentos dos extratos de *Sicyos edulis* preparados por diferentes técnicas

Tipo do extrato	Codificação	Massa inicial da fração vegetal (g)	Massa final do extrato (mg)	Rendimento (%)
Folha fresca em etanol por Soxhlet	FFES	10,43	297,52	2,85
Folha fresca em etanol por maceração	FFEM	10,50	297,88	2,84
Folha seca em etanol por Soxhlet	FSES	3,26	316,78	9,72
Folha seca em etanol por maceração	FSEM	3,27	201,31	6,16
Fruto seco em etanol por maceração	FRSEM	3,27	1220,73	37,33
Fruto fresco em etanol por Soxhlet	FRFES	14,98	473,15	3,16
Fruto fresco em etanol por maceração	FRFEM	14,42	351,64	2,44

Fonte: Autoria própria (2024)

À vista dos rendimentos dos extratos de *S. edulis* expressos pela Tabela 3, tornou-se possível realizar algumas inferências. Em primeiro plano, com relação aos extratos das folhas de chuchu, foi possível notar um maior rendimento nas folhas secas. Este resultado é esperado pois o processo de secagem proporciona a remoção da água do material vegetal, bem como a concentração preliminar dos produtos naturais deste, o que corrobora posteriormente para uma melhor eficiência no processo de difusão dos metabólitos para o solvente extrator (LEITE, 2009). A respeito da técnica de extração, notou-se um rendimento similar nos extratos obtidos pelo método de Soxhlet e por maceração. Por outro lado, com relação aos extratos dos frutos de *S. edulis*, primeiramente é possível notar uma nítida diferença dos rendimentos nos extratos de fruto seco e frescos, visto que há um rendimento muito maior no extrato preparado pelo fruto seco. A justificativa para este fato deve-se às mesmas ponderações realizadas para os extratos das folhas do chuchu (VIEIRA et al., 2018).

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATOS ETANÓLICOS DE *SICYOS EDULIS* (JACQ.) POR UHPLC-ESI-MS/MS

A avaliação do perfil químico e cromatográfico dos extratos etanólicos de *S. edulis* deu-se por intermédio do processamento dos cromatogramas obtidos na análise em UHPLC-ESI-MS/MS pelo Software DataAnalysis (Bruker), de forma a realizar a detecção das substâncias por dissecção de pico cromatográfico com subsequente determinação de sua fórmula de acordo com a massa exata e o padrão isotópico (MS1) obtidos no processamento dos dados espectrais. A posteriori, a identificação putativa das respectivas substâncias, ou seja, a inferência das substâncias, foi baseada na comparação dos espectros de fragmentação dos compostos (MS2) com espectros de referência de substâncias padrão provenientes do banco de dados in house de referência e público MassBank (HORAI et al., 2010),

assim como no programa Sirius Software 5.5.7. Ademais, também foi efetuada uma comparação dos compostos anotados com o referencial bibliográfico para a espécie, no intuito de verificar a compatibilidade das substâncias encontradas com àquelas já listadas na literatura.

Nesta perspectiva, o processamento dos dados para os extratos etanólicos de frutos e folhas do chuchu corroborou para a anotação (identificação putativa) das substâncias listadas na Tabela 4. Nesta, foram anotadas a nomenclatura dos compostos encontrados e sua massa monoisotópica, tempo de retenção (tR/min) referente, massa exata e padrão monoisotópico (MS1/[M+H]<sup>+</sup> (m/z)), fragmentos dos íons percussores e sua abundância relativa (MS2/ m/z, abundância relativa- %), íon molecular ([M+H]<sup>+</sup>), fórmula molecular, bem como o referencial literário já citado para o respectivo composto na espécie de *S.edulis*. A seguir da Tabela 4, estão apresentadas também as fórmulas estruturais das substâncias anotadas, evidenciadas pelas Figuras 4 e 5.

Tabela 4 - Substâncias anotadas (identificação putativa) por UHPLC-ESI-MS/MS nos extratos etanólicos dos frutos e folhas de *Sicyos edulis*

Extrato	Substância anotada (massa monoisotópica)	tr (min)	MS Scan [M+H] <sup>+</sup> (m/z)	Fragmentos MS/MS (m/z, abundância relativa- %)	Íon Molecular [M+H] <sup>+</sup>	Fórmula Molecular	Referência
Folha Fresca em Etanol por Maceração (FFEM)	Fenilalanina <sup>a,b</sup> (165.0790)	2.1	166.0859	120.0793 (1.00); 166.0859 (0.20); 121.0825 (0.08)	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[9] [15]
	Triptofano <sup>a,b</sup> (204.0899)	3.7	205.0968	188.0703 (1.00); 146.0588 (0.31); 143.0717 (0.14)	C <sub>11</sub> H <sub>13</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	C <sub>11</sub> H <sub>12</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	[14]
	Isoschaftosídeo ou Apigenina-6-arabinosídeo-8-glicosídeo <sup>a,b</sup> (564.1479)	6.0	565.1525	565.1520 (1.00); 566.1554 (0.33); 379.0798 (0.33)	C <sub>26</sub> H <sub>29</sub> O <sub>14</sub>	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>14</sub>	[10] [13] [14]
	Roifolina ou Apigenina 7-O-ramnoglucosídeo <sup>a,b</sup> (578.1635)	7.1	579.1678	271.0595 (1.00); 579.1675 (0.21); 433.1108 (0.19)	C <sub>27</sub> H <sub>31</sub> O <sub>14</sub>	C <sub>27</sub> H <sub>30</sub> O <sub>14</sub>	[10] [13] [14]
	Diosmina ou Diosmetina 7-O-rutiosídeo <sup>a,b</sup> (608.1741)	7.4	609.1783	301.0699 (1.00); 609.1779 (0.21); 463.1211 (0.20)	C <sub>28</sub> H <sub>33</sub> O <sub>15</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	[10] [13]
	Tirosina <sup>a,b</sup> (181.0738)	1.4	182.0811	136.0747 (1.00); 165.0542 (0.70); 123.0431 (0.25)	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>3</sub>	[15]
Folha Fresca em Etanol por Soxhlet (FFES)	Fenilalanina <sup>a,b</sup> (165.0790)	2.2	166.0857	120.0795 (1.00); 166.0858 (0.18); 121.0828 (0.07)	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[9] [15]
	Isoschaftosídeo ou Apigenina-6-arabinosídeo-8-glicosídeo <sup>a,b</sup> (564.1479)	6.0	565.1528	565.1554 (1.00); 409.0898 (0.32); 379.0797 (0.31)	C <sub>26</sub> H <sub>29</sub> O <sub>14</sub>	C <sub>26</sub> H <sub>28</sub> O <sub>14</sub>	[10] [13] [14]
	Diosmina ou Diosmetina 7-O-rutiosídeo <sup>a,b</sup> (608.1741)	7.4	609.1783	301.0715 (1.00); 609.1779 (0.21); 302.0730 (0.18)	C <sub>28</sub> H <sub>33</sub> O <sub>15</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	[10] [13] [14]

	Não anotada	20.7	593.2705	593.2704 (1.00); 594.2736 (0.34); 533.2499 (0.16)	C <sub>32</sub> H <sub>42</sub> NaO <sub>9</sub>	C <sub>32</sub> H <sub>42</sub> O <sub>9</sub>	-
	Não anotada	23.0	621.3017	621.3013 (1.00); 622.3043 (0.41); 561.2804 (0.23)	C <sub>34</sub> H <sub>46</sub> NaO <sub>9</sub>	C <sub>34</sub> H <sub>46</sub> O <sub>9</sub>	-
	Fenilalanina <sup>a,b</sup> (165.0790)	2.1	166.0859	120.0794 (1.00); 166.0860 (0.20); 121.0829 (0.09)	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[9] [15]
	Luteolina 7-O-glucosídeo <sup>a,b</sup> (448.1006)	6.8	449.1073	287.0550 (1.00); 449.1070 (0.18); 288.0584 (0.09)	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub>	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub>	[10] [13] [14]
Folha Seca em Etanol por Maceração (FSEM)	Diosmina ou Diosmetina 7-O-rutiosídeo <sup>a,b</sup> (608.1741)	7.4	609.1797	301.0704 (1.00); 609.1792 (0.22); 463.1222 (0.18)	C <sub>28</sub> H <sub>33</sub> O <sub>15</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	[10] [13] [14]
	Kaempferol <sup>a,b</sup> (286.0477)	8.8	287.0549	287.0550 (1.00); 288.0583 (0.16); 153.0174 (0.12)	C <sub>15</sub> H <sub>11</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>15</sub> H <sub>10</sub> O <sub>6</sub>	[13] [14]
	Crisoeriol <sup>a,b</sup> (300.0634)	10.1	301.0706	301.0705 (1.00); 258.0521 (0.52); 286.0470 (0.50)	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	[14]
	Não anotada	21.6	535.2673	535.2673 (1.00); 282.2783 (0.47); 536.2704 (0.42)	C <sub>32</sub> H <sub>39</sub> O <sub>7</sub>	C <sub>32</sub> H <sub>38</sub> O <sub>7</sub>	-
	Não anotada	22.4	637.2986	637.2985 (1.00); 559.2671 (0.47); 638.3017 (0.41)	C <sub>36</sub> H <sub>45</sub> O <sub>10</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>44</sub> O <sub>10</sub>	-
	Não anotada	23.0	621.3035	621.3033 (1.00); 622.3065 (0.42); 561.2823 (0.22)	C <sub>36</sub> H <sub>45</sub> O <sub>9</sub>	C <sub>36</sub> H <sub>44</sub> O <sub>9</sub>	-
	Fenilalanina <sup>a,b</sup> (165.0790)	2.2	166.0859	120.0792 (1.00); 166.0860 (0.20); 121.0827 (0.08)	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[9]
Folha Seca em Etanol por Soxhlet (FSES)	Luteolina 7-O-glucosídeo <sup>a,b</sup> (448.1006)	6.8	449.1074	287.0553 (1.00); 449.1073 (0.18); 288.0587 (0.16)	C <sub>21</sub> H <sub>21</sub> O <sub>11</sub>	C <sub>21</sub> H <sub>20</sub> O <sub>11</sub>	[10] [13] [14]
	Crisoeriol <sup>a,b</sup> (300.0634)	10.1	301.0708	301.0707 (1.00); 286.0474 (0.51); 258.0525 (0.51)	C <sub>16</sub> H <sub>13</sub> O <sub>6</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	[14]
	Não anotada	20.8	593.2740	593.2739 (1.00); 594.2771 (0.37); 533.2529 (0.16)	C <sub>34</sub> H <sub>40</sub> O <sub>9</sub>	C <sub>34</sub> H <sub>39</sub> O <sub>9</sub>	-
	Não anotada	21.6	535.2690	535.2686 (1.00); 536.2720 (0.37); 447.2166 (0.11)	C <sub>32</sub> H <sub>39</sub> O <sub>7</sub>	C <sub>32</sub> H <sub>38</sub> O <sub>7</sub>	-
	Não anotada	21.8	657.4530	657.4528 (1.00); 658.4563 (0.41); 659.4586 (0.09)	C <sub>43</sub> H <sub>61</sub> O <sub>5</sub> C <sub>34</sub> H <sub>66</sub> NaO <sub>10</sub>	C <sub>43</sub> H <sub>60</sub> O <sub>5</sub> C <sub>34</sub> H <sub>66</sub> O <sub>10</sub>	-
	Não anotada	23.0	621.3047	621.3047 (1.00); 622.3078 (0.41); 561.2838 (0.24)	C <sub>34</sub> H <sub>44</sub> NaO <sub>9</sub> C <sub>34</sub> H <sub>46</sub> O <sub>9</sub>	C <sub>34</sub> H <sub>44</sub> O <sub>9</sub> C <sub>34</sub> H <sub>46</sub> O <sub>9</sub>	-
	Não anotada <sup>c</sup> (1)	0.9	325.1129	145.0487 (1.00); 163.0598 (0.48); 127.0377 (0.39)	C <sub>12</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	-
Fruto Fresco em Etanol por Maceração (FRFEM)	Não anotada <sup>c</sup> (2)	1.4	439.1781	231.0841 (1.00); 228.0757 (0.08); 232.0877 (0.08)	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> NaO <sub>12</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>12</sub>	-
	Não anotada <sup>c</sup> (3)	2.0	210.0763	164.0703 (1.00); 146.0593 (0.51); 210.0764 (0.17)	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>4</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>4</sub>	-
	Fenilalanina <sup>a,b</sup> (165.0790)	2.1	166.0860	120.0793 (1.00); 166.0861 (0.22); 146.0590 (0.11)	C <sub>9</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>2</sub>	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>2</sub>	[9] [15]
	Não anotada <sup>c</sup> (1)	0.9	325.1131	145.0488 (1.00); 163.0598 (0.50); 127.0380 (0.43)	C <sub>12</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	-
Fruto Fresco em Etanol por Soxhlet (FRFES)	Não anotada (4)	1.2	174.0761	174.0760 (1.00); 128.0696 (0.96); 175.0793 (0.09)	C <sub>7</sub> H <sub>12</sub> NO <sub>4</sub>	C <sub>7</sub> H <sub>11</sub> NO <sub>4</sub>	-
	Não anotada <sup>c</sup> (5)	2.2	372.1286	354.1179 (1.00); 355.1212 (0.19); 164.0702 (0.19)	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> NO <sub>9</sub>	C <sub>16</sub> H <sub>21</sub> NO <sub>9</sub>	-
	Diosmina ou Diosmetina 7-O-rutiosídeo <sup>a,b</sup> (608.1741)	7.4	609.1797	301.0705 (1.00); 609.1795 (0.25); 463.1224 (0.20)	C <sub>28</sub> H <sub>33</sub> O <sub>15</sub>	C <sub>28</sub> H <sub>32</sub> O <sub>15</sub>	[10] [13] [14]
	Não anotada <sup>c</sup> (6)	0.8	266.1237	248.1132 (1.00); 266.1238 (0.39); 266.1603 (0.15)	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> NO <sub>7</sub>	C <sub>10</sub> H <sub>19</sub> NO <sub>7</sub>	-
	Não anotada <sup>c</sup> (1)	0.9	325.1130	154.0488 (1.00); 163.0597 (0.49); 127.0378 (0.35)	C <sub>12</sub> H <sub>21</sub> O <sub>10</sub>	C <sub>12</sub> H <sub>20</sub> O <sub>10</sub>	-
Fruto Seco em Etanol por Maceração (FRSEM)	Não anotada	1.5	231.0840	231.0843 (1.00); 232.0879 (0.12); 205.0554 (0.02)	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> NaO <sub>6</sub>	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>6</sub>	-

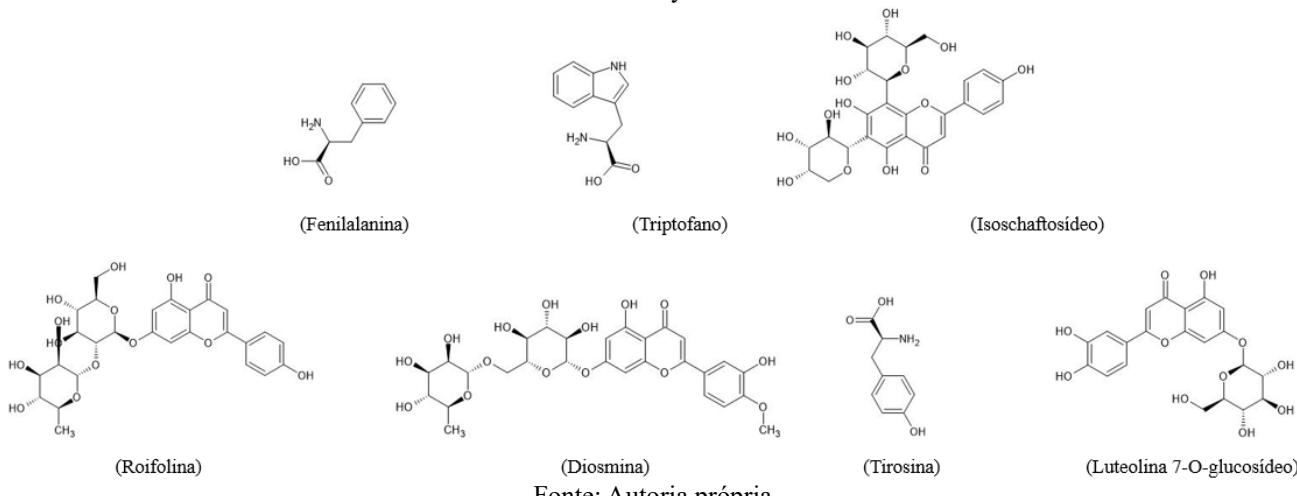
a Anotação putativa baseada na fórmula (SmartFormula) dos íons precursores (MS1) e espectros de fragmentação (MS2) e comparação com espectros de referência do banco de dados MassBank usando o Software DataAnalysis (Bruker).

b Confirmação dos compostos químicos baseados em uma pesquisa bibliográfica na literatura para a espécie *Sicyos edulis*.

c Anotação putativa baseada na deconvolução espectral dos íons precursores e íons produto (MS1 e MS2) empregando a ferramenta Sirius Software 5.5.7.

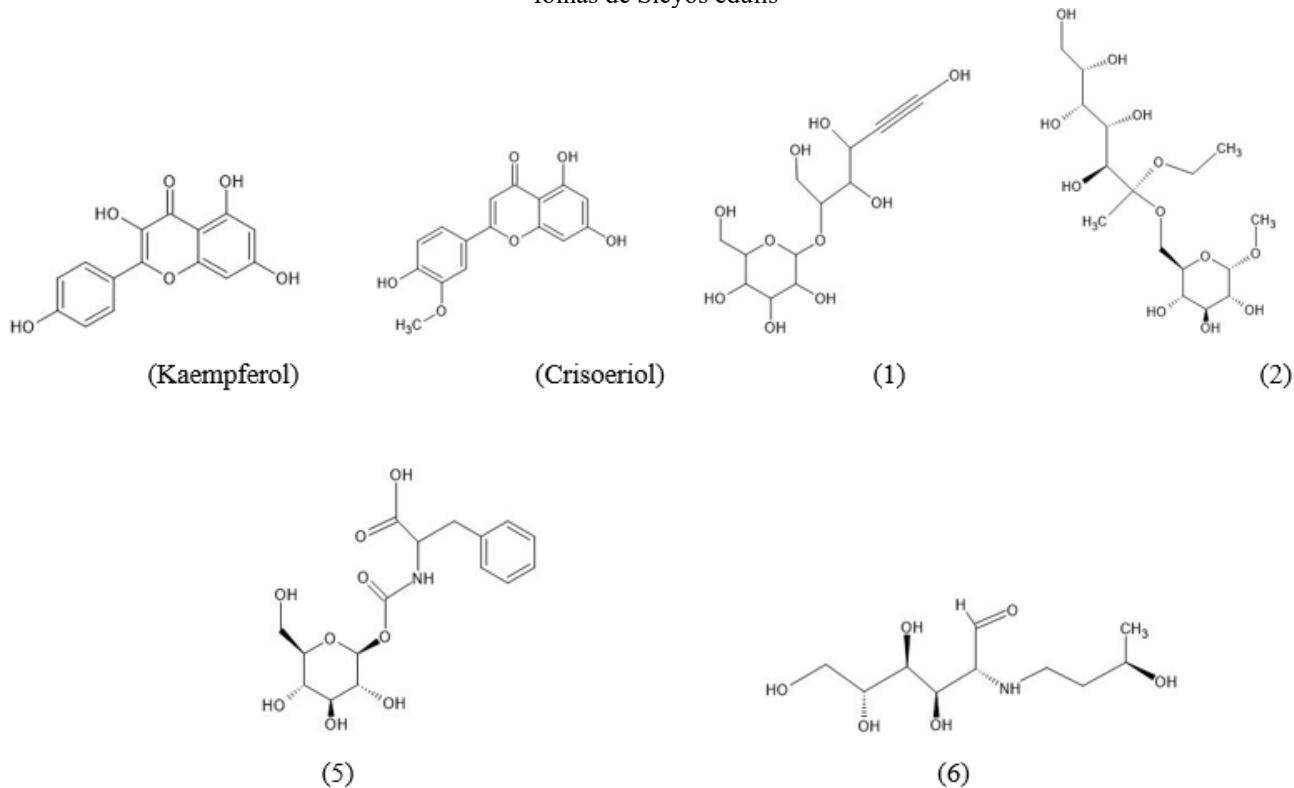
Fonte: Autoria própria.

Figura 4 – Estruturas químicas das substâncias anotadas por UHPLC ESI-MS/MS nos extratos etanólicos dos frutos e folhas de *Sicyos edulis*



Fonte: Autoria própria.

Figura 5 – Estruturas químicas das substâncias anotadas por UHPLC ESI-MS/MS nos extratos etanólicos dos frutos e folhas de *Sicyos edulis*



Fonte: Autoria própria.

De acordo com os dados supracitados na Tabela 4, para os extratos etanólicos das folhas de *S. edulis*, foram anotados flavonóides, bem como alguns aminoácidos. De fato, são esperados a extração destas classes de compostos pelo etanol, uma vez que suas polaridades relativamente altas corroboram para uma maior afinidade química com tal solvente extrator, possibilitando a facilidade do processo de difusão destas substâncias no interior da célula vegetal. Desta forma, os aminoácidos anotados para os

extratos das folhas do chuchu neste estudo, correspondem aos aminoácidos já citados na literatura, para esta espécie, sendo estes: fenilalanina (VÁSQUEZ, 2008; CORONEL et al. 2017), triptofano (CERIO et al. 2019) e tirosina (CORONEL et al. 2017). Os flavonoides anotados, por sua vez, foram: isoschaftosídeo ou apigenina-6-arabinosídeo-8-glicosídeo, roifolina ou apigenina-7-O-ramnoglucosídeo, diosmina ou diosmetina-7-O-rutiosídeo, luteolina-7-O-glucosídeo, já relatados em estudos fitoquímicos prévios desta espécie (VIEIRA et al. 2018; ANZHEN et al. 2021; CERIO et al. 2019), kaempferol (ANZHEN et al. 2021; CERIO et al. 2019) e crisoeriol (CERIO et al. 2019).

Por outra perspectiva, para os extratos etanólicos dos frutos de *S. edulis*, em geral, somente foram anotados açúcares, aminoácidos e ácidos graxos glicosilados. Este padrão de extração de metabólitos para os frutos do chuchu já era esperado, uma vez que, segundo Iñiguez et al. (2008), a composição química e nutricional de frutos maduros da espécie é referente à principalmente metabólitos primários, como carboidratos, proteínas, ácidos graxos e entre outros. Apesar de não ser esperada a presença abundante de flavonoides ou outros compostos do metabolismo secundário nos frutos de *S. edulis*, para o extrato do etanólico fruto fresco, preparado por Soxhlet (FRFES), foi anotado o flavonóide diosmina ou diosmetina-7-O-rutiosídeo (VIEIRA et al. 2018; ANZHEN et al. 2021; CERIO et al. 2019).

Ademais, tonou-se possível observar que em todos os extratos foi detectado a presença de substâncias ainda não descritas na literatura como sendo produtos naturais do chuchu. Para estas, não foi possível realizar suas respectivas anotações. Porém este é um dado importante, que aponta para a existência de metabólitos presentes na espécie que ainda não foram citados na literatura, motivando assim, estudos futuros.

Com o intuito de estabelecer um padrão comparativo entre a capacidade de extração de metabólitos dos diferentes métodos extrativos aplicados para as folhas e frutos do chuchu, criou-se o quadro 1, que auxilia a visualização comparativa da identificação das substâncias determinadas nas amostras pelos seus respectivos métodos de extração.

Quadro 1 - Compostos identificados nos diferentes métodos de extração aplicados para as amostras de *Sicyos edulis* e suas respectivas classes e massas de íons percussores

Classe	Metabólito	MS Scan [M+H] <sup>+</sup> (m/z)	Extrato						
			Folhas				Frutos		
			Maceração	Soxhlet	Maceração	Soxhlet	Maceração	Soxhlet	Seco
Aminoácidos	Fenilalanina	166.0859	+	+	+	+	+	-	-
	Triptofano	205.0968	+	-	-	-	-	-	-
	Tirosina	182.0811	-	+	-	-	-	-	-
	Desconhecida	372.1286	-	-	-	-	-	+	-
Flavonóides	Isoschafatosídeo ou Apigenina-6-arabinosídeo-8-glicosídeo	565.1525	+	+	-	-	-	-	-
	Roifolina ou Apigenina-7-O-ramnoglucosídeo	579.1678	+	-	-	-	-	-	-
	Diosmina ou Diosmetina-7-O-rutinosídeo	609.1783	+	+	+	-	-	+	-
	Luteolina-7-O-glucosídeo	449.1073	-	-	+	+	-	-	-
	Kaempferol	287.0549	-	-	+	-	-	-	-
	Crisoeriol	301.0706	-	-	+	+	-	-	-
	Aminoglicosídeo	266.1237	-	-	-	-	-	-	+
	Dissacarídeo	325.1129	-	-	-	-	-	+	-
	Ácido graxo glicosilado	439.1781	-	-	-	-	+	-	-
	Desconhecida	593.2705	-	+	-	+	-	-	-
	Desconhecida	621.3017	-	+	+	+	-	-	-
	Desconhecida	535.2673	-	-	+	+	-	-	-
	Desconhecida	637.2986	-	-	+	-	-	-	-
	Desconhecida	657.4530	-	-	-	+	-	-	-
	Desconhecida	210.0763	-	-	-	-	+	-	-
	Desconhecida	174.0761	-	-	-	-	-	+	-
	Desconhecida	231.0840	-	-	-	-	-	-	+

Fonte: Autoria própria.

Diante da visualização dos dados expostos, tornou-se possível perceber que, em geral, o padrão de extração dos diferentes métodos extractivos para o extrato em etanol de *Sicyos edulis* para as folhas da espécie conduziu a extração tanto de flavonóides quanto de aminoácidos em todas as amostras deste material vegetal. Porém, os flavonóides isoschafatosídeo e roifolina só foram anotados nos extractos de folhas frescas, enquanto os flavonóides luteolina-7-O-glucosídeo, kaempferol e crisoeriol só foram anotados nos extractos das folhas secas. Já a diosmina, foi encontrada em ambos.

Considerando as propriedades farmacológicas descritas na literatura, para o flavonóide diosmina, presente tanto nos extractos de folhas frescas quanto secas, é descrita ação gastroprotetora (Arab et al. ,2015), apontando para o fato de que, independente do extrato ser preparado a partir de folhas frescas ou secas, esta é uma propriedade farmacológica que pode ser esperada se as doses terapêuticas deste fitofármaco estiverem presentes.

Para os flavonóides presentes apenas no extrato das folhas frescas, verificou-se que o isoschafatosídeo exibe propriedades antioxidantes (SOWA et al., 2023), anti-inflamatórias (GUAN et al., 2022) e hepatoprotetora (Su et al. 2022); e a roifolina, exibe atividade anti-inflamatória, anti-diabética, hepatoprotetora, cardioprotetora e antioxidativa (ZENGIN et al., 2023), além de atividade anticancerígena contra células tumorais do pâncreas ZHENG et al. (2022).

Já para os flavonóides presentes no extrato das folhas secas, a luteolina-7-O-glucosídeo, apresenta propriedades antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, antialérgica, antidiabética, cardioprotetoras e neuroprotetoras (HUANG, 2023). Imran et al. (2019) descreve que para o kaempferol propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes cardio e neuroprotetoras, além da atividade inibitória de crescimento de células tumorais, sobretudo nos tecidos da pele, fígado

e cólon. Por fim, com relação ao crisoeriol, Aboulaghra et al. (2022) citam características antibacterianas, anti-inflamatória, antifúngica, anti-osteoporose e neuroprotetoras.

Comparando as atividades supracitadas, é possível perceber que as propriedades farmacológicas de extratos preparados por folhas frescas e secas poderiam não ser as mesmas, pois mesmo havendo atividades coincidentes, a ação anticancerígena sobre células de câncer de pâncreas só é notada para um metabólito extraído apenas nas folhas frescas, enquanto as propriedades neuroprotetoras, anti-osteoporose e anticancerígena sobre células tumorais de fígado e cólon só são relatadas para metabólitos encontrados nos extratos das folhas secas.

No entanto, pode-se perceber que, dentro os padrões de extração observados para as folhas do chuchu, o processo de extração em etanol das folhas secas por maceração (FSEM) foi o que apresentou maior eficiência extrativa, já que refere-se ao método que conduziu a presença de maior variedade de metabólitos identificados, sobretudo, em maior número de flavonoides. Tal fato observado já era esperado, uma vez que, segundo Leite (2009), a secagem do material vegetal durante o preparo do extrato corrobora para concentração preliminar dos metabólitos, bem como para o retardamento da degradação destes, pois com a baixa atividade de água, evita-se um crescimento microbiano, reações enzimáticas e hidrólise de tais produtos, proporcionando uma melhor eficiência do processo de difusão destes para o solvente extrator. Além disso, pelo fato da técnica de maceração consistir-se em um procedimento realizado a temperatura ambiente, diferentemente da extração por Soxhlet que é realizada a quente, evita-se a perda de metabólitos termolábeis, garantindo-se a extração de produtos naturais tanto voláteis e não voláteis, quanto termoestáveis e termoinstáveis (TOMASI, 2021).

Em contrapartida, para os frutos do chuchu, também foi visualizado uma semelhança no perfil de extração dos diferentes métodos aplicados, já que, em geral, verificou-se a presença de açúcares em todos os extratos, conforme esperado pelo referencial bibliográfico citado por Iñiguez et al. (2008). No entanto, considerando-se a identificação de flavonoides, pôde-se notar que somente o extrato etanólico do fruto fresco por Soxhlet (FRFES) foi capaz de extrair um tipo de flavonóide: a diosmina ou diosmetina-7-O-rutiosídeo, também encontrada em extratos da folha de *S. edulis*. Nesta perspectiva, é possível inferir que, em termos de extração de flavonoides, este respectivo método extrativo apresentou uma melhor eficiência extrativa. Tal resultado, portanto, pode ser explicado devido ao fato de que a técnica de Soxhlet, por conduzir uma extração exaustiva da matéria orgânica vegetal, da qual há a aplicação de grande número de ciclos de extração, corrobora para extrair totalmente ou quase a totalidade dos metabólitos termoestáveis (JENSEN, 2007).

Ademais, com relação ao perfil de extração dos flavonoides anotados na análise em UHPLC-ESI-MS/MS dos extratos etanólicos de *S. edulis*, é possível, de certa forma, correlacionar o uso popular

medicinal do chuchu com a presença de tais metabólitos. Conforme citado por Vásquez (2008) e Vieira et al. (2018), a espécie é usualmente conhecida por apresentar propriedades diuréticas, cardioprotetora, antioxidante, gastro e hepatoprotetoras, além de apresentar atividades contra diabetes/hipoglicemias. Pode-se dizer, portanto, que estas características estão estreitamente relacionadas à presença dos flavonoides anotados no estudo em questão. Dessa maneira, ao observar que o método de extração das folhas secas do chuchu por maceração em etanol (FSEM) foi o mais eficiente em relação a obter uma maior variedade de extração de flavonóides, torna-se possível correlacionar que, possivelmente, este extrato apresentaria uma ação farmacológica mais abrangente em relação aos outros.

#### **4 CONCLUSÕES**

A forma de extração das folhas que conduziu a uma maior variedade de flavonoides foi a que empregou o material vegetal seco e o processo de extração em etanol por maceração. Já para os frutos, o método de extração que partiu do fruto fresco e foi realizado por Soxhlet foi o único no qual um flavonóide foi extraído. As propriedades medicinais atribuídas popularmente ao chuchu (cardioprotetora, antioxidante, gastro e hepatoprotetoras, e anti diabetes/hipoglicemias) puderam ser correlacionadas com dados de estudos farmacológicos disponíveis na literatura para os flavonóides anotados nos extratos preparados neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ABOULAGHRAS, S. et al. Health Benefits and Pharmacological Aspects of Chrysoeriol. *Pharmaceuticals*. V. 15. N°973. [S.I], 2022.
- ANZHEN, F. et al. Combined genomic, transcriptomic, and metabolomic analyses provide insights into chayote (*Sechium edule*) evolution and fruit development. *Horticulture Research*. [S.I]. 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Orientações sobre o uso de fitoterápicos e plantas medicinais. Brasil 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/publicacoes-sobre-medicamentos/orientacoes-sobre-o-uso-de-fitoterapicos-e-plantas-medicinais.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2023.
- ARAB, H. H., et al. Diosmin protects against ethanol-induced gastric injury in rats: novel anti-ulcer actions. *PLoS One*. V. 10. N° 3. [S.I], 2015.
- CERIO et al. New insight into phenolic composition of chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.). *Food Chemistry*. v. 295, n°1. [S.I] 2019.
- CHAVES, B. S.; RODRIGUES, L. A. S.; FRANÇA, C. G.; BINATTI, I. SoFIA na Escola: conexões entre divulgação científica, extensão popular e educação com o uso de sequências didáticas. Belo Horizonte: Fino Traço, 2025. (no prelo).
- CORONEL, O. A. D. A.; et al. Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Swarts). *Fruit and Vegetable Phytochemicals and Human Health*. v. 2, n° 1. [S.I] 2017.
- DEWICK, Paul M. *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*. 3. ed. United Kingdom: Wiley, 546 p, 2009.
- ECOSOSTENIBLILE, um mundo dentro i codici dela natura. *Sechium edule*. Itália, 2022. Disponível em: <https://antropocene.it/en/2022/12/10/sechium-edule-2/>. Acesso em: 06 de jun. 2024.
- FERNANDES, K. N. Avaliação da qualidade de medicamentos fitoterápicos manipulados em Belo Horizonte (MG): Análise Orgânica e Inorgânica. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares pela Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, 2020.
- GUAN, S., et al. Isoschaftoside Inhibits Lipopolysaccharide-Induced Inflammation in Microglia through Regulation of HIF-1 $\alpha$  Mediated Metabolic Reprogrammin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. V. 22. N° 1. China, 2022.
- HORAI, H., et al. Massbank: a public repository for sharing mass spectral data for life sciences. *J Mass Spectrom*. 2010;45(7):703–14. <https://doi.org/10.1002/jms.1777>.
- ÍÑIGUEZ, Jorge Cadena et al. *Production, Genetics, Postharvest Management and Pharmacological Characteristics of Sechium edule* (Jacq.) Sw. Global Science Books, v. 1, n° 1, México, 2008.
- HUANG, L., et al. Immunopharmacological Activities of Luteolin in Chronic Diseases. *International Journal of Molecular Sciences*. V. 24. N° 2136. Republico of Korea, 2023.

IMRAN, M. et al. Kaempferol: A Key Emphasis to Its Anticancer Potential. *Molecules*. V. 24. N° 2277. [S.I], 2019.

JESSEN, W., B. The origin of the Soxhlet extractor. *Chemistry education Today*. V 84, n° 12. Toronto - Canada, 2007.

LEITE, J. P. V. *Fitoterapia: bases científicas e tecnológicas*. Editora Atheneu, São Paulo, 344 p, 2009.

OLIVEIRA, L. S.; MUZITANO, M. F.; COUTINHO, M. A. S.; MELO, G. O.; COSTA, S. S. *Plantas Medicinais como Recurso Terapêutico em Comunidade do Entorno da Reserva Biológica do Tinguá, RJ, Brasil – Metabólitos Secundários e Aspectos Farmacológicos*. Inter Science Place. V. 4, n° 17, 54-74, 2011.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. *Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes*. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. Vol. 3, No. 4, 146-152, [s.l], 2012.

PERES, Lázaro E. P. *Metabolismo secundário*. Metabolismo secundário. São Paulo, 2004.

SINGI, G., DAMESCENO, D.D., D'ANDRÉA, E.D., SILVA, G.A. Efeitos agudos dos extratos hidroalcoólicos do alho (*Allium sativum L.*) e do capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) sobre a pressão arterial média de ratos anestesiados. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. V. 15. N. 2, 94-97, 2005.

SIMÕES, C. M. O.; GOSMANN, G.; MENTZ, L. A.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 10. ed. Santa Catarina: Editora da UFSC, 2010.

SOWA, I. et al. Phytochemical Profiling, Antioxidant Activity, and Protective Effect against H2O2-Induced Oxidative Stress of *Carlina vulgaris* Extract. *Molecules*. V. 28. N° 5422. [s.l], 2023.

SU, Y. et al. Isoschaftoside Reverses Nonalcoholic Fatty Liver Disease via Activating Autophagy In Vivo and In Vitro. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. V. 2022. N°1. China, 2022.

TOMASI, M. L. M. Aspectos relacionados ao desenvolvimento de um medicamento fitoterápico: preparação e avaliação biológica de extrato seco padronizado de erva mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). 2021. Trabalho de conclusão de curso (Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Farmácia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina) - Santa Catarina, 2021.

VÁSQUEZ, M. E. M.. Estudio Biodirigido de *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (Cucurbitaceae). 2008. Dissertação (Mestrafo em Ciências na Institución de ensenanza e investigación en ciencias agrícolas) - México, 2008.

VIEIRA, E.F.; PINHO, O.; FERREIRA, I.M.P.; DELERUE-MATOS, C. *Chayote (Sechium edule)*: a review of nutritional composition, bioactivities and potential applications. *Food Chemistry*, Portugal, 2018.

ZENGİN, G., et al. Antioxidant and enzyme inhibitory activities of Rhoifolin flavonoid: in vitro and in silico studies. *Chemistry & Biodiversity*. V. 20. N° 9. [S.I], 2023.

ZHENG, B., et al. Rhoifolin from *Plumula nelumbinis* exhibits anti cancer effects in pancreatic cancer via AKT/JNK signaling pathways. *Scientific Reports*. V. 12. N° 5654. [S.l], 2022