

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BACHARELADO EM QUÍMICA**

JULIANE SILVA DORTA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL
DA PARTE AÉREA DE PITANGA (*Eugenia Uniflora*) –
HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
BACHARELADO EM QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE
PITANGA (*Eugenia Uniflora*) –
HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PATO BRANCO

2021

JULIANE SILVA DORTA

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA
DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE
PITANGA (*Eugenia Uniflora*) –
HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR DE
ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Química.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Sirlei Dias Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira

PATO BRANCO

2021

Silva Dorta, Juliane

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE PITANGA (Eugenia Uniflora) – HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR DE ÁGUA/ Juliane Silva Dorta.

Pato Branco. UTFPR, 2020

41 f. : il. ; 30 cm

Orientador: Prof. Dra. Sirlei Dias Teixeira

Coorientador: Prof. Dr. Edimir Andrade Pereira

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Agronomia. Pato Branco, 2018.

Bibliografia: f. 39 – 41

1. Química. 2. Produtos Naturais. 3. Óleos essenciais. 4. Pitanga. 2021. I. Dias Teixeira, Sirlei, orient. II. Andrade Pereira, Edimir, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de Química. IV. OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE PITANGA (Eugenia Uniflora) – HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR DE ÁGUA.

CDD: 630



MINISTERIO DA EDUCAÇÃO UNIVERSIDADE
TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO DEPARTAMENTO DE



QUÍMICA BACHARELADO

TERMO DE APROVAÇÃO

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO ESSENCIAL DA PARTE AÉREA DE
PITANGA (*Eugênia Uniflora*) – HIDRODESTILAÇÃO E ARRASTE A VAPOR

POR

JULIANE SILVA DORTA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado em 19 de agosto às 19h:30min. como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi argüida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Prof^ª. Dr^ª. Sirlei Dias Teixeira
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Bilck
Membro da banca

Prof. Dr. Davi Costa Silva
Membro da banca

Nota: O documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.035137/2021-79.

Dedico este trabalho à todos que buscam o conhecimento por trás da natureza, e que pretendem uni-la com a ciência, de forma a conquistar inumeros benefícios, lembrando sempre que o excesso pode transformar algo benéfico em tóxico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Juliane de uns tempos atrás, que seguiu seu instinto de fazer algo que fosse alinhado com seus valores. Em segundo, à minha prof. Orientadora, Sirlei D. Teixeira, que me auxiliou a todo momento e me ensinou coisas incríveis, com muito amor pela química. Aos que me auxiliaram colocando a mão na massa comigo, Bruno Ayres e Eduardo Tel, passando horas cortando folhas e galhos, e limpando vidrarias. Ao meu companheiro de vida, Felipe Munzlinger, que esteve presente nos momentos difíceis e de conquistas, sempre me motivando. Quero dedicar também à minha mãe, Karlla Pita, que sempre esteve ao meu lado em todas as escolhas da minha vida. Dedico à todos meus amigos que de alguma forma fizeram esses momentos finais serem mais fáceis e agradáveis, Marcus, Kelvin, Dhayanne, Anna Paula, Kamyla. À minha banca, Ana Paula Bilck e Davi Silva, por serem tão compreensíveis e importantes em toda a minha jornada da faculdade, me ensinaram e ajudaram em muito mais do que imaginam. Aos meus familiares que de alguma forma me apoiaram quando escolhi a Química. E por fim, mas não menos importante, à todos os membros da QUARKS, nossa empresa júnior, que transformou a minha vida na reta final da faculdade, e com certeza mudou meu rumo e minha visão como profissional.

EPÍGRAFE

“O caminho para o progresso não é rápido nem fácil.” – Marie Curie

RESUMO

S. DORTA, Juliane. Obtenção E Caracterização De Óleo Essencial De Pitanga (*Eugenia Uniflora*). 38. TCC (Curso de Bacharelado em Química Industrial), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

A *Eugenia uniflora* pertence à família Myrtaceae, no Brasil é conhecida por uma grande variedade de nomes populares como, pitanga, pitangueira, cereja brasileira, cereja cayena, ibitanga e pitangatuba. É encontrada em vários estados, como Bahia, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul. Essa planta apresenta diversas propriedades, anti-diarréica, anti-inflamatória, anti-reumática, anti-pirética, hipotensora, diurética, antifúngica, antioxidante, antimicrobiana, entre outras. Este trabalho teve como objetivo, realizar a obtenção do óleo essencial da parte aérea de *E. uniflora*, utilizando hidrodestilação e arraste a vapor, além da caracterização química por meio de CG-EM de uma amostra obtida via arraste a vapor. Os resultados foram tratados compartilhando os Índices Aritméticos calculados com os da literatura e seus respectivos espectros de massas. Foram identificados três sesquiterpenos hidrogenados, o α -Neocallitropsene, o (E)-iso- γ -Bisabolene e o cis-Muurool-5-en-4- β -ol, 13 sesquiterpenos oxigenados e 4 sinais foram considerados não identificados. Os compostos majoritários observados foram: 5-epi-7-epi- α -Eudesmol, 10-epi- γ -Eudesmol, cis-Cadin-4-en-7-ol e 13-hidróxi-Valencene. Este trabalho contribui para indústrias de óleos essenciais por apresentar os resultados da composição química a partir de vapor que é comumente usado em análises de larga escala, bem como o uso do material vegetal galhos juntamente com as folhas.

Palavras-chave: Química. Produtos Naturais. Óleos essenciais. Pitanga.

ABSTRACT

S. DORTA, Juliane. Obtaining and Characterizing Pitanga Essential Oil (*Eugenia Uniflora*) . 38. TCC (Course of Chemistry) - Federal University of Technology – Paraná (UTFPR). Pato Branco, 2021.

Eugenia uniflora belongs to the Myrtaceae family, in Brazil it is known by a wide variety of popular names such as pitanga, pitangueira, Brazilian cherry, cayena cherry, ibitanga and pitangatuba. It is found in several states, such as Bahia, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná and Rio Grande do Sul. This plant has several properties, antidiarrheal, anti-inflammatory, antirheumatic, antipyretic, hypotensive, diuretic, antifungal, antioxidant, antimicrobial, among others. The objective of this work was to obtain the essential oil from the aerial part of *E. uniflora*, using hydrodistillation and steam drag, in addition to chemical characterization by means of GC-MS of a sample obtained via steam drag. The results were treated by sharing the calculated Arithmetic Indices with those in the literature and their respective mass spectra. Three hydrogenated sesquiterpenes were identified, α -Neocallitopsene, (E)-iso- γ -Bisabolene and cis-Muurol-5-en-4- β -ol, 13 oxygenated sesquiterpenes and 4 signals were considered unidentified. The major compounds observed were: 5-epi-7-epi- α -Eudesmol, 10-epi- γ -Eudesmol, cis-Cadin-4-en-7-ol and 13-hydroxy-Valencene. This work contributes to essential oil industries by presenting the results of chemical composition from steam which is commonly used in large scale analyses, as well as the use of plant material from branches together with leaves.

Keywords: Chemistry. Natural products. Essencial oil. Pitanga

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – <i>E. uniflora</i> (pitanga)	3
Figura 2 – Regiões onde a <i>E. uniflora</i> é encontrada	4
Figura 3 - Exemplos de monoterpenos e sesquiterpenos: acíclico, monocíclico e bicíclico	8
Figura 4 - Rota de biossíntese de metabólitos especializados ressaltando a formação de fenilpropanoides e terpenoides.	9
Figura 5 - Representação aparato Clevenger	11
Figura 6 – Porção representativa da parte aérea das árvores de pitanga	12
Figura 7 – Pitangueiras localizadas na área interna do campus UTFPR - PB	13
Figura 8 – a) Equipamento adaptado pronto para a realização da extração de arraste à vapor; b) Equipamento aberto com o material vegetal colocado por cima da água com auxílio de uma grade de inox.	14
Figura 9 – a) Aparato de Clevenger montado pela própria autora; b) Material vegetal seco coberto por água destilada.....	15
Figura 10 – Tabela de resultados do teor de umidade das folhas de <i>E. uniflora</i> coletadas no campus UTFPR-PR	18
Figura 11 – a) Material extraído, antes de realizar a separação da água com solvente (éter etílico), agente secante (sulfato de sódio anidro) e filtração; b) Amostras nos <i>vials</i> após a evaporação do solvente	19
Figura 12 – Amostras nos <i>vials</i> após a separação da água e evaporação do solvente.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Unidade de Isoprenos e números de carbonos de cada classe de terpenos	8
Tabela 2 – Dados usados na determinação do teor de umidade do material vegetal fresco	18
Tabela 3 – Tabela dos compostos terpenoides analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas e identificados utilizando o Índice Aritmético (IA) calculado em comparação com o IA da literatura, além de comparação com os respectivos espectros de massas	20

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

PR	Unidade da Federação – Paraná
EUA	Estados Unidos da América

LISTA DE ABREVIATURAS

OE	Óleo Essencial
<i>E. uniflora</i>	<i>Eugenia uniflora</i>
CG-EM	Cromatografia Gasosa acoplada à Espectroscopia de Massas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 GERAL.....	2
2.2 ESPECÍFICOS	2
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
3.1 PITANGA (<i>Eugenia uniflora</i>).....	3
3.2 APLICAÇÕES DA <i>Eugenia uniflora</i>	5
3.2.1 Atividade antimicrobiana.....	5
3.2.2 Atividade antioxidante.....	5
3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS.....	6
3.3.1 História	6
3.3.2 Definição	7
3.3.2.1 Terpenoides	7
3.3.2.2 Fenilpropanoides	9
3.4 OBTENÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL.....	10
3.4.1 Arraste a vapor.....	10
3.4.2 Hidrodestilação.....	10
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	12
4.1.1 Coleta da Parte Aérea de Pitanga.....	12
4.1.2 Determinação da Umidade	13
4.1.3 Obtenção do Óleo Essencial.....	13
4.1.3.1 Arraste a vapor.....	13
4.1.3.2 Hidrodestilação.....	14
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	15
4.2.1 Análise.....	15
4.2.2 Identificação	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
5.1 TEOR DE UMIDADE.....	18
5.2 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL	18
5.2.1 Via arraste a vapor	18
5.2.2 Via hidrodestilação	19
5.3 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL.....	20
6 CONCLUSÕES.....	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

Os produtos naturais são altamente visados nos últimos tempos, devido a grande diversidade de aplicações no cotidiano. São definidos como substâncias químicas orgânicas produzidas por seres vivos como plantas, algas, fungos e bactérias, e, invariavelmente possuem propriedades biológicas de interesse ao homem. Os estudos desses produtos naturais consistem na extração, identificação e aplicabilidade dos metabólitos constituintes.

Uma das classes de produtos naturais são os óleos essenciais, que podem ser obtidos de frutos, folhas, flores e caule. A obtenção pode ser realizada por diversos métodos, entre eles enfloração, prensagem, extração com fluidos supercríticos, extração com solventes orgânicos, hidrodestilação e arraste direto por vapor d'água, que serão os dois métodos abordados neste projeto.

Esses óleos essenciais possuem propriedades que possibilitam diversas aplicações no dia a dia, e muitas das variedades de óleos essenciais são aplicados em indústrias farmacêuticas, alimentícias, perfumaria e cosméticos.

O Brasil possui destaque entre os maiores produtores de óleos essenciais no mundo, com aproximadamente U\$ 147 milhões, juntamente com a França e EUA. O destaque do Brasil é devido aos óleos essenciais cítricos, muito visados por serem um subproduto na indústria de suco, e também por conta da grande diversidade de espécies que há no país.

Este trabalho consistirá na obtenção do óleo essencial da parte aérea de pitangueira (*Eugenia uniflora*), uma planta nativa com grande riqueza de espécies, possuem características interessantes que variam de acordo com a localização geográfica e outros fatores abordados no decorrer do trabalho. Focando na análise e identificação do óleo essencial, e comparando também os componentes entre duas diferentes formas de obtenção, a hidrodestilação e arraste a vapor de água, a fim de obter dados úteis para obtenção e possível comercialização em escala industrial.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Obter óleo essencial das folhas de pitanga (*Eugenia uniflora*) pelos métodos de arraste a vapor e hidrodestilação, analisar a composição química das amostras obtidas, por Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas.

2.2 ESPECÍFICOS

- Obter o óleo essencial de folhas de pitanga pelo método de arraste a vapor
- Obter o óleo essencial de folhas de pitanga pelo método de hidrodestilação
- Analisar o óleo essencial via Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM)
- Identificar e caracterizar a composição química das amostras de óleo essencial

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PITANGA (*Eugenia uniflora*)

A *E. uniflora* (Figura 1), é uma planta nativa do Brasil pertencente à família Myrtaceae. Frequentemente possui destaque por ser uma das famílias com maior riqueza de espécies e uma variedade de nomes populares como, pitanga, pitangueira, cereja brasileira, cereja cayena, ibitanga e pitangatuba. É muito comum ser encontrada nos estados da Bahia, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul em outros países na América Central, Austrália e sudoeste da Ásia e África (Figura 2) (ANVISA, 2015).



Figura 1 – *E. uniflora* (pitanga)

Fonte: : <http://www.jardimdasideias.com.br/pitangueira-curiosidades-e-cuidados/>



Figura 2 – Regiões onde a *E. uniflora* é encontrada

Fonte: (ANVISA, 2015)

O uso da *E. uniflora* é diversificado, e foi introduzido pela medicina popular indígena Guarani no século XV. Nesta planta há possibilidades de encontrar características para usos terapêuticos, algumas delas são: antidiarréica, anti-inflamatória, antirreumática, antipirética, hipotensora, diurética, carminativa, expectorante, adstringente. Também pode ser descrita para tratar doenças do trato digestório, amigdalite, gripe, febre amarela, gota, doenças hepáticas, infecção urinária, conjuntivite, obesidade, diabetes, dor de cabeça, bronquite, hipolipidêmica e hipercolesterolemia, antifúngica, vermífuga, antiparasitária, hemorroidas, resfriado, tosse, doenças de pele, antioxidante e antimicrobiana (ANVISA, 2015).

O que define cada uma dessas características é a composição química da *E. uniflora*, porém existem alguns fatores extrínsecos interferentes como, localização geográfica, estágio de desenvolvimento da planta, características climáticas e do solo e a parte da planta que está sendo avaliada. Em função dessa variação na composição química, há uma grande diversidade de aplicações, e a eficácia da planta é verificada por meio de análises para caracterização de seus princípios ativos, estudos sobre os constituintes químicos isolados, a relação da estrutura com a atividade e seus mecanismos de ação, ANVISA (2015 e Fehlberg (2011 e Jung et al. (2013 e RUZZA (2008 e Da Silva; Mazine (2016).

3.2 APLICAÇÕES DA *Eugenia uniflora*

3.2.1 Atividade antimicrobiana

Estudos confirmam, em grande maioria, a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *E. uniflora*, ação que vem sendo atribuída aos sesquiterpenos existentes na sua composição. Após a realização de alguns testes farmacológicos, mesmo com algumas limitações de dados e diversidade de concentrações usadas em cada teste, é possível observar resultados significativos. Nos ensaios com fungos, foram observadas atividades inibitórias significantes contra as seguintes espécies: *Candida krusei*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida dubliniensis*, *Candida tropicalis*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida krusei*, *Cryptococcus grubii*, *Cryptococcus gattii*, sobretudo, *Cryptococcus gattii* e *Cryptococcus neoformans* neste estudo.

Entre as bactérias que demonstraram maior susceptibilidade nos testes com o óleo essencial de *E. uniflora* encontram-se a *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus* aqui, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhimurium* e as bactérias cariogênicas *Streptococcus mitis*, *Streptococcus salivaris*. Entre as bactérias que demonstraram resistência encontram-se a *Serratia marcescens*, *Streptococcus mutans*, *Enterobacter* spp., *Klebsiella pneumoniae*. (ANVISA, 2015)

3.2.2 Atividade antioxidante

O óleo essencial das folhas de *E. uniflora* foi testado em diferentes concentrações frente ao radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil em solução (DPPH). A concentração que causou 50% de inibição do radical DPPH correspondeu a $833,3 \pm 20,7 \mu\text{g/ mL}$ (117).

A ação antioxidante do óleo essencial das folhas de *E. uniflora* também foi testada em tecidos animais. Victoria e colaboradores (2013) verificaram a capacidade do óleo essencial em proteger contra a peroxidação lipídica em estruturas cerebrais (hipocampo, córtex e cerebelo) de camundongos. Os níveis de malonaldeído foram usados como marcadores da peroxidação lipídica. A concentração do óleo essencial da *E. uniflora* $50 \mu\text{g/ mL}$ promoveu as maiores

inibições da peroxidação lipídica em todas as estruturas cerebrais. O próprio óleo essencial, examinado ao longo de 30 dias, demonstrou ser resistente à auto peroxidação lipídica. (ANVISA, 2015)

3.3 ÓLEOS ESSENCIAIS

3.3.1 História

Os usos dos óleos essenciais têm seus primeiros relatos de meados de 2700 a.C., no livro mais antigo de ervas, Shen Nung, que cita alguns usos. Os árabes aperfeiçoaram as técnicas e aparatos para a obtenção e o físico Avicena (980 – 1073) possui então o mérito, de ser o primeiro a obter óleo essencial de rosas. Porém, apenas em 1558 foi documentado uma forma de separar os óleos essenciais, que antes eram apenas soluções alcoólicas, pelo italiano Giovanni Battista della Porta (1535 – 1615), em *Magiae naturalis sive de miraculis rerum naturalium*, uma obra de compilação.

Com o aumento no nível de tecnologias e conhecimentos, a partir do século XVI e XVII, a comercialização dos óleos essenciais se tornou mais popular. No Brasil, o óleo essencial do pau-rosa, uma árvore da Amazônia, foi um dos primeiros a ser extraído e utilizado em perfumarias. Devido a segunda grande guerra, houve uma dificuldade de importação das essências dos fornecedores habituais, aumentando a demanda de exportação no Brasil, por conta da mão de obra barata e enorme riqueza natural, ajudando significativamente no aumento da produção (Trancoso, 2017).

Atualmente o Brasil está entre os maiores exportadores de óleos essenciais do mundo, com cerca de US\$ 147 milhões, ficando atrás apenas da França e EUA. Desse volume, 91% consiste em óleos cítricos, ALVES et al. (2011 e Cardoso et al. (2003 e OLIVEIRA (2016 e Trancoso (2017 e Wagner Azambuja).

3.3.2 Definição

Os óleos essenciais, que podem ser chamados de óleos etéreos ou essências, são misturas complexas de substâncias voláteis, líquidas, lipofílicas e geralmente odoríferas. Ao entrarem em contato com a água, são pouco solúveis, porém o suficiente para aromatizar a solução, chamada hidrolato, (BAKKALI; AVERBECK; AVERBECK, 2008).

Eles podem possuir de 20 a 60 componentes em concentrações diferentes dentro de sua composição, dentre eles, fenilpropanoides e terpenoides se destacam por serem responsáveis pelas propriedades biológicas e o aroma característico do óleo essencial.

A volatilidade é a principal característica diferencial entre os óleos essenciais e óleos fixos, que são misturas de substâncias lipídicas geralmente obtidas das sementes. Sua evaporação é muito rápida e mesmo assim os óleos essenciais conseguem penetrar na pele humana e entrar na corrente sanguínea, por isso são considerados terapêuticos e, devido a complexidade e variedades de compostos, os óleos essenciais conseguem interagir com vários sistemas biológicos.

Nas plantas, o percentual de óleo essencial raramente é maior que 1% podendo haver exceções como noz-moscada (*Myristica fragrans*) e cravo (*Syzygium aromaticum*). Geralmente possuem odor agradável, coloração amarelada e estabilidade que está relacionada, principalmente, à presença de luz, calor, ar, umidade e metais, LOURENÇO (2018), OLIVEIRA et al. (2008) e SIMÕES (2010).

O óleo essencial de pitanga apresenta singular importância, principalmente em função da variedade de propriedades biológicas a ele atribuídas, como atividade anti-inflamatória, analgésica, anti-diarréica, antibacteriana, entre outras, GALLUCCI, S (2011). É descrito como um óleo essencial cítrico, normalmente de coloração amarelada, com uma nota verde exótica e fresca, tornando-o interessante para fins de cosméticos, GALLUCCI, S (2011).

3.3.2.1 Terpenoides

Os terpenos constituem uma subdivisão de classe de prenil-lipídios (prenilquinonas, esteróis e terpenos). Podemos descrever os terpenoides como

terpenos modificados onde grupos metila são removidos ou rearranjados, ou são oxidados. Também estão presentes em quantidades pequenas nos organismos vivos, onde desempenham vários papéis vitais na fisiologia humana, além de funções importantes na membrana celular.

Outra forma de defini-los é como sendo um grupo de moléculas cuja estrutura se baseia em quantidade de unidades isoprênicas (possuem 5 átomos de carbono) como mostrado na (Tabela 1). Monoterpenos e os sesquiterpenos são os mais abundantes nos óleos essenciais, podendo subdividir os monoterpenos em três grupos: acíclicos, monocíclicos e bicíclicos (Figura 3).

Tabela 1 – Unidade de Isoprenos e números de carbonos de cada classe de terpenos

Terpenos	Unidades Isoprenos	Átomos de Carbono
Monoterpenos	2	10
Sesquiterpenos	3	15
Diterpenos	4	20
Sesterpenos	5	25
Triterpenos	6	30
Carotenoides	8	40

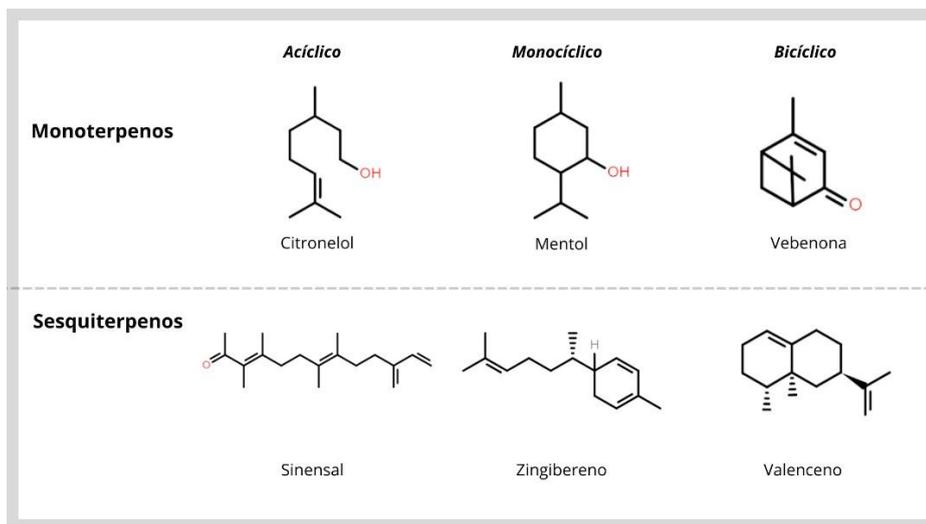


Figura 3 - Exemplos de monoterpenos e sesquiterpenos: acíclico, monocíclico e bicíclico
Fonte: Desenho feito no ChemSpider pela autora

Há um valor estimado superior a 150 monoterpenos e 1000 sesquiterpenos descritos como componentes em óleos voláteis; e mais de 8000

compostos terpênicos conhecidos, segundo BERGAMASCHI (2008), FEHLBERG (2011), O. FELIPE; L. BICAS (2017), OLIVEIRA (2016), LOURENÇO (2018), OLIVEIRA et al. (2008) e SIMÕES (2010).

A composição dos óleos essenciais revela, normalmente, a ocorrência de sesquiterpenos como compostos majoritários em sua composição química, quem disse isso foi I.A. OGUNWAND (2005). Estudo realizado por SANTOS (2015) mostra que essa espécie, *Eugenia uniflora*, apresenta variedades de constituintes, tanto em composição química, quanto na concentração dos componentes, o que altera as respectivas propriedades biológicas do óleo essencial. Quando obtido de plantas coletadas em diversos locais de cultivo, essa variação pode ser atribuída às mudanças climáticas, composição do solo, época de coleta, altitude, métodos de extração e à diferentes biótipos da espécie.

3.3.2.2 Fenilpropanoides

Fenilpropanoides são formados a partir do ácido cinâmico, resultado da ação enzimática que os aminoácidos (gerados pelo ácido corísmico), sofrem (Figura 4). São substâncias naturais amplamente distribuídas nos vegetais. A natureza e as propriedades destes compostos, alteram importantes características sensoriais do óleo essencial.

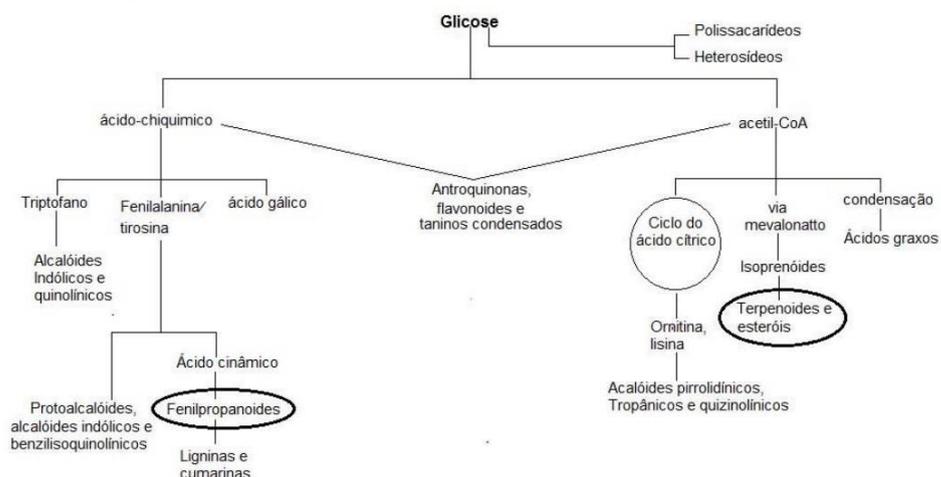


Figura 4 - Rota de biossíntese de metabólitos especializados ressaltando a formação de fenilpropanoides e terpenoides.

Fonte: Simões, 2010.

Os fenilpropanoides mais conhecidos são: chavicol, metil chavicol, apiol, eugenol, estragol, miristicina, anetol, elemicina, metil eugenol, RUZZA (2008) e SIMÕES (2010).

3.4 OBTENÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL

O óleo essencial, que está presente no interior das células vegetais, consegue ser liberado com a presença de calor e pressão. Portanto, os métodos mais comuns de obtenção de óleos essenciais são, enfloração, prensagem, extração com fluidos supercríticos, extração com solventes orgânicos, arraste direto por vapor d'água e hidrodestilação. Os dois últimos serão os métodos utilizados neste projeto.

A escolha dos métodos de obtenção varia de acordo com as propriedades desejadas no óleo essencial, pois a composição é influenciada pelo método de extração; algumas características físico-químicas e os efeitos terapêuticos também podem ser alterados pelas condições aplicadas na extração (Custódio (2014) e RUZZA (2008)).

3.4.1 Arraste a vapor

O princípio desse método é baseado no conhecimento de que a tensão de vapor dos óleos voláteis é maior que a da água, e por isso são arrastados pelo vapor d'água. Após a obtenção do óleo e separação da água, é importante que seja seco com Na_2SO_4 anidro (Sulfato de sódio). Esse é um método usado, preferencialmente para extração de materiais vegetais frescos. (SIMÕES et al., 1999).

3.4.2 Hidrodestilação

A hidrodestilação é um dos métodos mais antigos utilizado na obtenção de óleos essenciais em escalas laboratoriais. Para o processo, é utilizado um aparato conhecido como clewenger (Figura 5). Nesse método, o óleo essencial pode ser obtido a partir do material fresco ou seco, dependendo da espécie da planta, (LOREGIAN, 2013).

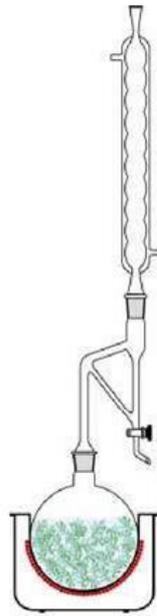


Figura 5 - Representação aparato Clevenger.

Fonte: The Essential Oil Composition of *Eryngium foetidum* L. in South Vietnam Extracted by Hydrodistillation under Conventional Heating and Microwave Irradiation - Scientific Figure on ResearchGate.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

4.1.1 Coleta da Parte Aérea de Pitanga

Para simular a coleta que é feita em escala industrial, foi definido que para a extração do Óleo Essencial (OE), utilizamos as folhas e os galhos mais finos, que chamamos de parte aérea das árvores (Figura 6. *a*) e *b*)), coletados de 4 pitangueiras (Figura 7. *a*) e *b*)), que se encontram lado a lado, na área interna do campus da UTFPR – Pato Branco, apresentando a seguinte localização, 26°11'50.3"S 52°41'24.9"W, nos dias 12 e 13 de março de 2021, às 9 horas da manhã.

Para a extração com material fresco via arraste a vapor, foi coletado um total de 600 g de material vegetal, que foram separados igualmente para a obtenção em triplicata. Para a extração seca via hidrodestilação, foram coletadas 250 g de material vegetal fresco, que posteriormente foram secos e separados para triplicatas de 40 g cada. Para a determinação do teor de umidade, foram coletadas 10 g de material para a realização em triplicata com 3 g cada.



Figura 6 – Porção representativa da parte aérea das árvores de pitanga
Fonte: Própria autora



Figura 7 – Pitangueiras localizadas na área interna do campus UTFPR - PB
Fonte: Própria autora

4.1.2 Determinação da Umidade

Foram cortadas em pequenas partes 9 g da parte aérea, ainda fresca, a fim de determinar a umidade em triplicata com 3 g cada, colocadas em cadinhos de porcelana previamente secos a 105°C e pesados. Os cadinhos foram colocados na estufa a 105 °C por 3 horas, resfriados em dessecador para a medição da massa final.

A partir da equação:

$$u (\%) = \frac{(mi-mf)}{ma} * 100$$

calculamos a média do teor de umidade do material vegetal, onde ***mi*** = *massa inicial cadinho + amostra*, ***mf*** = *massa final total*, e ***ma*** = *massa apenas da amostra*.

4.1.3 Obtenção do Óleo Essencial

4.1.3.1 Arraste a vapor

A extração do óleo essencial foi realizada por arraste a vapor em um equipamento adaptado, (Figura 8, **a**) onde o aquecimento foi realizado em um fogão

convencional, alcançando a temperatura de ebulição da água, aproximadamente 100 °C. Foram pesados 150 g de material vegetal fresco e cortado, colocado no equipamento (Figura 8, **b**) com 2 litros de água ao fundo, e um funil de destilação acoplado na saída do equipamento para a coleta do óleo. Após a fervura da água (em torno de 100 °C), a extração ocorreu por 1h30. A Análise foi feita em triplicata, e ao final de cada extração foi necessário a utilização de Éter etílico e Sulfato de sódio anidro para a retirada da água, seguida de filtração. As amostras foram acondicionadas em vials identificados como U1, U2 e U3, e resfriados até a análise em CG-EM.

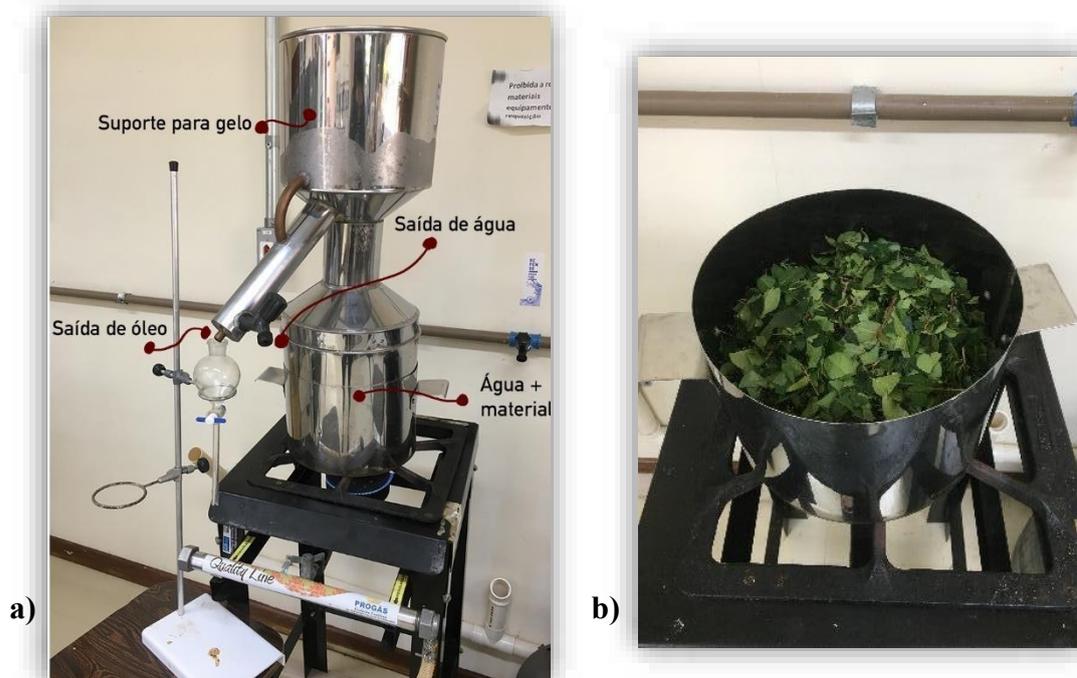


Figura 8 – **a)** Equipamento adaptado pronto para a realização da extração de arraste à vapor; **b)** Equipamento aberto com o material vegetal colocado por cima da água com auxílio de uma grade de inox.

Fonte: Própria autora

4.1.3.2 Hidrodestilação

Extração realizada com o material vegetal seco à 40 °C, utilizando o aparato de Clevenger (Figura 9, **a**)), acoplado à uma manta térmica sem controle de temperatura. A extração foi realizada em triplicata, utilizando para cada extração, 40 g de material seco mergulhado em 650 mL de água destilada (Figura 9, **b**)), após a

ebulição da água, aproximadamente 100 °C, a análise ocorreu com duração de 2 horas. O óleo essencial obtido foi retirado da vidraria com uma pipeta de pasteur para evitar perdas, e separado da água utilizando Éter etílico e sulfato de sódio anidro, seguido de filtração. As amostras foram acondicionadas em vials identificados como S1, S2 e S3, e resfriados até a análise em CG-EM.

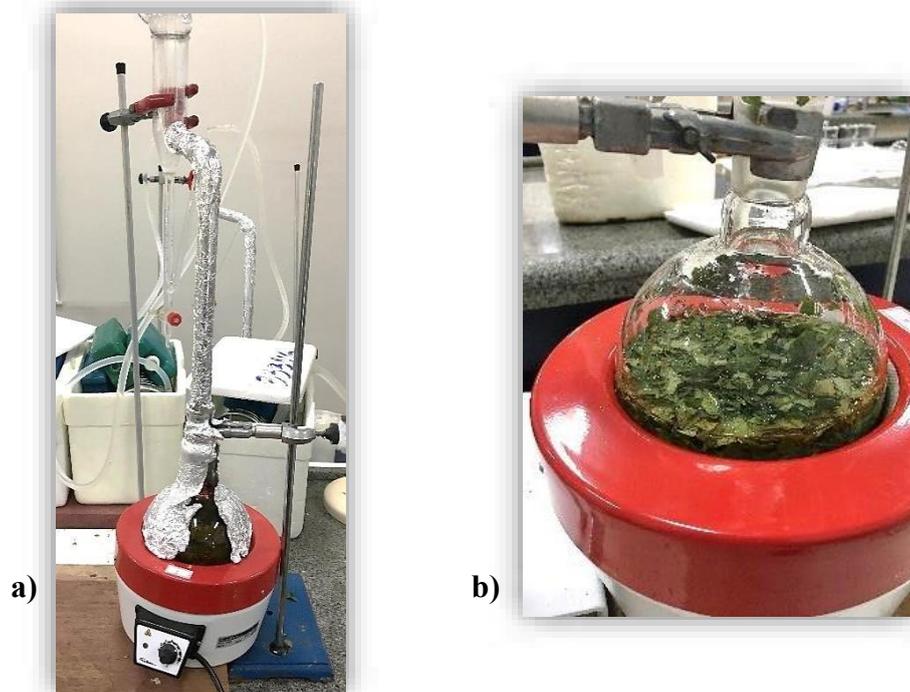


Figura 9 – a) Aparato de Clevenger montado pela própria autora; b) Material vegetal seco coberto por água destilada
Fonte: Própria autora

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

4.2.1 Análise

A cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas, que separa e quantifica as substâncias componentes de óleos vegetais, é um método que possibilita a identificação dos compostos individuais, a partir da comparação do tempo de retenção relativo das amostras com padrões.

A técnica da cromatografia gasosa, consiste em “carregar” os componentes da mistura que se quer separar, através de uma coluna, utilizando-se um gás de arraste (fase móvel) que deve ser inerte.

Na coluna onde ocorre a separação, fica a fase estacionária que pode ser líquida (GLC) ou sólida (GSC). No caso de ser GLC, a fase estacionária é constituída por um líquido não volátil, que é mantido como um filme sobre um suporte sólido inerte, que se apresenta na forma de pequenas partículas. Quando for GSC, a fase estacionária já é um sólido, não sendo, portanto, necessário utilizar-se de um suporte.

A fase estacionária em qualquer dos casos, retarda seletivamente os componentes da mistura até formar bandas separadas no gás de arraste. As bandas correspondentes aos componentes, ao saírem da coluna com a corrente de gás, são detectadas e, a seguir, registradas na forma de picos, em função do tempo. Desse modo, obtém-se os cromatogramas.

A técnica de desenvolvimento mais usada em cromatografia gasosa é a eluição. Uma corrente de gás passa continuamente pela coluna e quando a amostra vaporizada é introduzida rapidamente nesta corrente de gás, ela é arrastada através da coluna. As substâncias presentes na amostra, depois de separadas, chegam ao detector, que gera um sinal para o registrador.

Durante a análise, a temperatura da coluna pode permanecer constante (cromatografia gasosa isotérmica) ou sofrer uma variação, linear ou não (cromatografia gasosa com temperatura programada). A programação da temperatura é significativamente importante em cromatografia gasosa, já que melhora a separação e diminui o tempo de análise. Consiste em se começar a análise com a coluna em uma temperatura mais baixa, para que solutos de baixo ponto de ebulição possam eluir como picos separados. Durante a análise, a temperatura da coluna é aumentada com o objetivo de se diminuir a retenção de substâncias de maior ponto de ebulição. Além das vantagens citadas acima, a programação de temperatura faz com que haja uma maior simetria nos picos e uma melhor detectabilidade para aqueles picos de tempos de retenção excessivamente longos sob condições isotérmicas. A programação da temperatura é bastante útil quando a amostra é composta de substâncias com uma grande diferença em seus pontos de ebulição, COLLINS (1997).

Foi usada a temperatura de injeção a 250 °C, com rampa de aquecimento, iniciando em 60 °C e aumentando 3 °C por minuto até alcançar 240 °C, e usando fluxo de gás Hélio, no modo split 1:20, sem injetor. O tempo total de análise é em torno de 70 minutos.

4.2.2 Identificação

Os componentes dos óleos essenciais foram identificados com base no índice aritmético (IA), determinados através da utilização de uma série homóloga de hidrocarbonetos lineares saturados contendo de C9-C19 átomos de carbono, injetados nas mesmas condições cromatográficas. Os índices aritméticos foram calculados com base nos tempos de retenção obtidos, que foram comparados com os índices aritméticos da literatura, (ADAMS, 1995;VAN DEN DOOL;KRATZ, 1963) e seus respectivos espectros de massas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 TEOR DE UMIDADE

A tabela 2 apresenta os dados obtidos para o teor de umidade da parte aérea de Pitanga utilizada neste estudo. O valor obtido para a umidade média foi de 58,86%, valor muito próximo ao encontrado por LOREGIAN, A. (2013) que foi de 47,8577% (Tab. 2). Há que se considerar que nesse trabalho citado o material consistia de folhas somente e não de parte aérea (folhas e caules finos) da pitangueira. No cálculo, a triplicata nº 3 foi desconsiderada ao observar que os outros dois valores foram próximos.

Tabela 2 – Dados usados na determinação do teor de umidade do material vegetal fresco

Nº	Massa amostra m_a (g)	Massa inicial total m_i (g)	Massa final total m_f (g)	Teor u (%)	Média teor calc. (%)
1	3,0037	82,2709	80,8341	47,8343	47,8577
2	3,0016	86,4097	84,9725	47,8811	
3	3,0020	81,3966	80,0115	46,1392	

Material	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Massa perdida (g)	Umidade (%)	Média Umidade (%)
<i>Eugenia uniflora</i> L. (Pitangueira).	10,0836	3,7829	6,2312	61,79	58,67
	10,0141	4,4385	5,5707	55,63	
	10,0092	4,1474	5,8882	58,83	

Figura 10 – Tabela de resultados do teor de umidade das folhas de *E. uniflora* coletadas no campus UTFPR-PR..

Fonte: LOREGIAN, A. (2013)

5.2 OBTENÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

5.2.1 Via arraste a vapor

Foram coletados 1 mL de óleo essencial (Figura 11, **a**) em cada extração, em seguida utilizou-se éter etílico, sulfato de sódio anidro e filtração para retirar a água presente nas amostras. As amostras de óleos essenciais obtidos apresentaram coloração levemente amarelada e foram acondicionadas em *vials* e resfriadas até a análise em CG-EM (Figura 11, **b**).

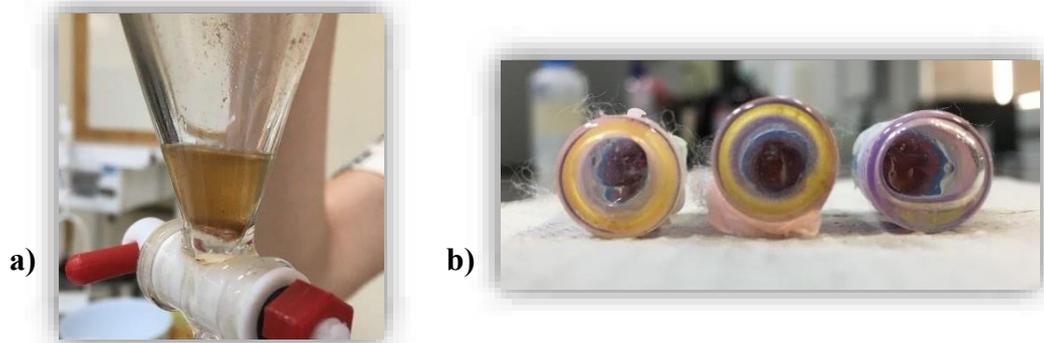


Figura 11 – a) Material extraído, antes de realizar a separação da água com solvente (éter etílico), agente secante (sulfato de sódio anidro) e filtração; **b)** Amostras nos *vials* após a evaporação do solvente

Fonte: Própria autora

5.2.2 Via hidrodestilação

Foram coletados 0,5 mL de óleo essencial em cada extração, retiradas com a pipeta de Pasteur, em seguida foi utilizado o éter etílico, sulfato de sódio anidro e filtração para garantir a retirada de água das amostras de óleo essencial. As amostras apresentaram coloração amarelada, e foram acondicionadas em *vials*, mantidas resfriadas até a análise em CG-EM (Figura 12)



Figura 12 – Amostras nos *vials* após a separação da água e evaporação do solvente.

Fonte: Própria autora

5.3 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL

Estão sendo apresentados a caracterização e identificação de uma amostra de óleo essencial de pitanga (*E. uniflora*) obtida da parte aérea, por meio de arraste a vapor. O material vegetal para essa amostra foi coletado no mesmo local, e na mesma estação (verão), em que foi coletado o material vegetal que deu origem às amostras de óleo essencial que estão relatadas no item 4. Materiais e métodos, bem como no item 5 Resultados e Discussão, nos sub-itens 5.1 e 5.2.

A Figura 13 corresponde ao cromatograma do OE da parte aérea de *E. uniflora* do material vegetal citado anteriormente, obtido via arraste a vapor, com seus respectivos índices de retenção.

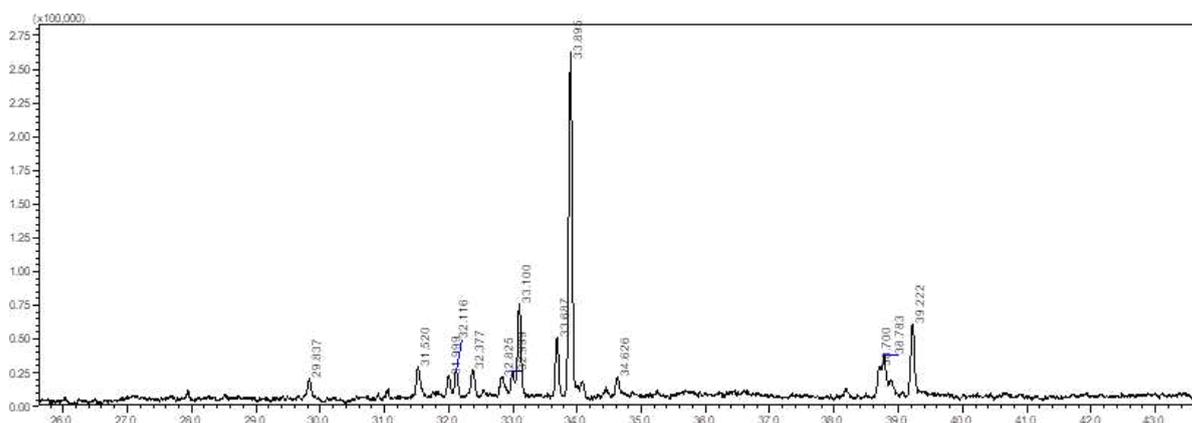


Figura 13 – Cromatograma do OE da parte aérea de *E. uniflora* obtido via arraste a vapor

Tabela 3 – Tabela dos compostos terpenoides analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas e identificados utilizando o Índice Aritmético (IA) calculado em comparação com o IA da literatura, além de comparação com os respectivos espectros de massas

No.	Compostos	IA _{calc.} [a]	IA _{lit.} [b]	Classificação
1	α -Neocallitropsene	1482	1474	Sesquiterpeno Hidrogenado
2	(E)-iso- γ -Bisabolene	1527	1528	Sesquiterpeno Hidrogenado
3	cis-MuuroI-5-en-4- β -ol	1556	1550	Sesquiterpeno Hidrogenado
4	Spathulenol	1568	1577	Sesquiterpeno Oxigenado
5	Himachalene epoxide	1579	1578	Sesquiterpeno Oxigenado
6	Globulol	1582	1590	Sesquiterpeno Oxigenado
7	Viridiflorol	1588	1592	Sesquiterpeno Oxigenado
8	Guaiol	1599	1600	Sesquiterpeno Oxigenado
9	Ledol	1603	1602	Sesquiterpeno Oxigenado
10	5-epi-7-epi- α -Eudesmol	1606	1607	Sesquiterpeno Oxigenado

11	10-epi- γ -Eudesmol	1621	1622	Sesquiterpeno Oxigenado
12	cis-Cadin-4-en-7-ol	1626	1635	Sesquiterpeno Oxigenado
13	epi- α -Cadinol	1631	1638	Sesquiterpeno Oxigenado
14	Agarospírol	1640	1646	Sesquiterpeno Oxigenado
15	Não identificado	1645	-	-
16	Não identificado	1737	-	-
17	Não identificado	1751	-	-
18	Cyclocolorenone	1753	1759	Sesquiterpeno Oxigenado
19	Não identificado	1756	-	-
20	13-hydroxy-Valencene	1765	1767	Sesquiterpeno Oxigenado

[a] IA_{calc}: Índice Aritmético Calculado. [b] IA_{lit}: Índice Aritmético da Literatura.

A Tabela 3 contém os compostos identificados do OE de *E. uniflora* obtidos via arraste a vapor.

A caracterização química foi baseada nos Índices Aritméticos calculados em relação aos tempos de retenção de padrões *n*-alcanos (C9-C19) e nos fragmentos observados nos espectros de massas e comparação desses com a literatura (ADAMS, 2007). Para cromatografia com temperatura programada, o Índice Aritmético é calculado usando a equação:

$$AI = 100 * \left(\frac{T_x - T_{n-1}}{T_n - T_{n-1}} \right) * C_n + 100 * C_{n-1}$$

Onde:

C_n: Numero de carbonos do alcano posterior

C_{n-1}: Numero de carbonos do alcano anterior

T_n: Tempo de retenção do C_n

T_{n-1}: Tempo de retenção do C_{n-1}

T_x: Tempo de retenção do composto

Analisando os resultados contidos da Tabela 4, o OE de *E. uniflora*, observa-se predominância de sesquiterpenos oxigenados. De um total de 20 sinais integrados no cromatograma (Fig. 13), foram identificados três sesquiterpenos hidrogenados, o α -Neocallitropsene, o (E)-iso- γ -Bisabolene e o cis-Muurool-5-en-4- β -ol, 13 sesquiterpenos oxigenados e 4 sinais foram considerados não identificados. Os compostos majoritários observados foram: 5-epi-7-epi- α -Eudesmol, 10-epi- γ -Eudesmol, cis-Cadin-4-en-7-ol e 13-hidróxi-Valencene.

Ao comparar-se os resultados do trabalho realizado por PETTENAZZI (2020), utilizando folhas de *E. uniflora* pode-se observar que também foram identificados os compostos Spathulenol, Globulol, Viridiflorol e α -Guaiol. Fazendo a mesma comparação da composição química obtida por GALLUCCI,S. (2011), observa-se a presença em comum dos compostos Ledol, Spathulenol, Guaiol, Globulol e α -Cadinol. É importante salientar que ambos os trabalhos relatados anteriormente utilizaram as folhas de *E. uniflora* e obtiveram o óleo essencial por meio de hidrodestilação, diferentemente deste trabalho que obteve o óleo essencial via arraste a vapor e utilizou como material vegetal, a parte aérea da pitangueira (*E. uniflora*).

É importante ressaltar que, o rendimento do óleo essencial, a composição química, bem como a concentração de cada um dos constituintes podem variar durante o desenvolvimento do vegetal, em função de alguns fatores como ambiente, temperatura, umidade, exposição ao vento, ao sol, além de fatores como época e local de coleta, métodos de obtenção, etc. Todos esses fatores em conjunto, ou mesmo alguns desses fatores podem justificar a diferença entre amostras de óleos essenciais obtidas da mesma espécie.

6 CONCLUSÕES

Apesar da espécie *E. uniflora* ser bem conhecida e estudada em termos de identificação e caracterização de óleo essencial, este trabalho contribui por apresentar os resultados da composição química de óleo essencial utilizando como método de extração o arraste a vapor (método comumente utilizado por indústrias de extração de óleos essenciais) e por utilizar como material vegetal galhos juntamente com as folhas (parte aérea da planta).

Mesmo que a análise da composição química do óleo essencial tenha sido feita utilizando uma amostra obtida por arraste a vapor, é importante destacar que fez-se também a extração por meio de hidrodestilação que posterior a este trabalho, também será feita a identificação dos metabólitos presentes da mesma forma que fez-se a identificação para a amostra aqui relatada. texto

E se tratando da composição química, observa-se que a grande maioria dos metabólitos secundários identificados são sesquiterpenos oxigenados, sendo que os majoritários foram 5-epi-7-epi- α -Eudesmol, 10-epi- γ -Eudesmol, cis-Cadin-4-en-7-ol e 13-hidróxi-Valencene.

Estudos deverão ser feitos para dar continuidade a este trabalho e complementar os resultados até aqui obtidos.

REFERÊNCIAS

Silva, L. N., Santos, S. B. F., Paixão, I. C. S., Vilela, R. C. C., & Pereira, T. dos S. (2019). Indústria De Óleos Essenciais No Brasil : Uma Perspectiva a Partir Do Programa De Modernização Das Estatísticas Econômicas. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino Em Ciências (CONAPESC).

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; et al, Farmacognosia: da Planta ao medicamento, Porto Alegre/Florianópolis Ed.Universiadde/UFRGS/Ed. Da UFSC, 1999.

ADAMS, Roberto P. Identificación of Essential Oil Components by Gas Chromatography /Mass Spectroscopy.Allured Publishing Corporation. Carol Stream, Illinois, 007.

VAN Den Dool H.; KRATZ P.D. A generalization of Retention Index System including linear temperature programmed gas-liquid partition chromatography. J. Chromatogr, v. 11, p. 463-471, 1963.

SIMÕES, Claudia Maria O. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 3. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da Universidade UFRGS / Editora da UFSC, 2010.

ANVISA, M. D. S. MONOGRAFIA DA ESPÉCIE *Eugenia uniflora* L. (PITANGUEIRA). , v. 5, p. 72, 2015. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/setembro/11/Monografia-Eugenia-uniflora.pdf>>. Acesso em: 5/5/2019.

BERGAMASCHI, J. M. Terpenos. Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento da Terpenoil Tecnologia Orgânica Av. Arquimedes, 1070, Galpão 8, Jd. Casa Branca, 13211-840, Jundiaí – SP.

CARDOSO, M. DAS G.; GAVILANES, M. L.; MARQUES, M. C. S.; et al. Óleos Essenciais. Farmacognosia: da planta ao medicamento, p. 467–495, 2003.

CUSTÓDIO, H. N. ESTUDO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DAS FRAÇÕES VOLÁTIL E FIXA DE OLEORRESINA DE CÚRCUMA (*Curcuma longa* L.), 2014. Disponível em: https://ppgcta.agro.ufg.br/up/71/o/Dissertação_Henricson_2014.pdf

FEHLBERG, I. Terpenos e Fenilpropanóides de *Myrcia guianensis* (MYRTACEAE), 2011.

LOREGIAN, A. COMPARAÇÃO ENTRE DOIS MÉTODOS DE EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS DO HORTO DE PLANTAS MEDICINAIS DO GRUPO PET-AGRONOMIA UTFPR-PATO BRANCO, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/856/1/PB_COQUI_2012_2_01.PDF>.

LOURENÇO, R. H. Óleos Essenciais com Atividade Antimicrobiana, 2018.

O. FELIPE, L.; L. BICAS, J. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Química Nova na Escola, v. 39, n. 2, p. 120–130, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160068>>. Acesso em: 5/5/2019.

OLIVEIRA, C. B. DE; SOARES, D. G. D. S.; PAULO, M. D. Q.; PADILHA, W. W. N. Atividade antimicrobiana in vitro da *Eugenia uniflora* L. (Pitanga) sobre Bactérias Cariogênicas. *Revista Brasileira de Ciências da Saúde*, v. 12, n. 3, p. 239–250, 2008. Centro de Ciências da Saúde. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/index.php/rbcs/article/view/4468/3375>>.

RUZZA, E. A. Uma contribuição ao estudo do óleo essencial e do extrato de tomilho (*Thymus vulgaris* L.). , 2008.

SARTO, M. P. M.; JUNIOR, G. Z. Atividade Antimicrobiana de Óleos Essenciais. *Revista UNINGÁ Review*, v. 20, n. 1, p. 98–102, 2014.

DA SILVA, A. T.; MAZINE, F. F. A família Myrtaceae na Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, São Paulo, Brasil. *Rodriguesia*, v. 67, n. 1, p. 203–223, 2016.

SOUSA, S. F. DE; SENA, B.; MARTIN, S.; et al. PROSPECÇÃO DE PRODUTOS NATURAIS OBTIDOS DE PRIPRIOCA COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE FUNGOS FITOPATOGÊNICOS DE IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA. *Agroecossistemas*, v. 10, p. 273–286, 2018.

THORMAR, H. *Lipids and Essential Oils as Antimicrobial Agents*. 2010.

WAGNER AZAMBUJA. Bisabolol - Óleos Essenciais _ O Guia do Brasil. Disponível em: <<https://www.oleosessenciais.org/oleos-essenciais-o-inicio-de-sua-historia-no-brasil/>>.

WUERGES, K. L.; GANDRA, E. A. Atividade Antimicrobiana do Óleo Essencial e Extratos de Folhas e Frutos de Pitanga (*Eugenia Uniflora* L.). *Revista Ciencias Exatas e Naturais*, v. 18, p. 139, 2016. GN1 Genesis Network.

ZOLA, F. G. Atividades antioxidante e antimicrobiana de polifenóis de grumixama (*Eugenia Brasiliensis*) e pitanga (*Eugenia Uniflora*). Dissertação (Mestrado em Saúde e Nutrição), 2018. Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Nutrição, Ouro Preto, 2018. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/10487>>.

Trancoso, M. D. (2017). Projeto Óleos Essenciais: extração, importância e aplicações no cotidiano. *Revista Práxis*, 5(9). <https://doi.org/10.25119/praxis-5-9-609>

PETTENZAZZI, G. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E ANTIOXIDANTE DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE PLANTAS BRASILEIRAS: *Eugenia uniflora*, 2020.

GALLUCCI, S., NETO, A., PORTO, C. Essential oil of *eugenia uniflora* L.: An industrial perfumery approach. *Technology of Essential Oils*, Technology Department, Natura Inovação e Tecnologia de Produtos Ltda , Anhanguera Km 30.5, Cajamar, São Paulo, Brazil , 07750-000 Published online: 08 Dec 2011.

BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-75, feb., 2008.

I. A. OGUNWANDE, N.O. OLAWORE, O. EKUNDAYO, T.M.WALKERD J.M.SCHMIDTD, W.N.SETZER Studies on the essential oils composition,

antibacterial and cytotoxicity of *Eugenia uniflora* L. *International Journal of Aromatherapy*. Volume 15, Issue 3, 2005, Pages 147-152.

FRANCES R. SANTOSA , RAIMUNDO BRAZ-FILHOA. E ROSANE N. CASTROA, Influência da idade das folhas de *Eugenia uniflora* L. na composição química do óleo essencial. *Quim. Nova*, Vol. 38, No. 6, 762-768, 2015.

COLLINS, C., BRAGA. G. L., e BONATO P. S. *Introdução a métodos cromatográficos*. Campinas, SP : Editora da UNICAMP, 1997.