

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**IGOR ESTOLASKI e
SARAH YASMIN SANTOS TAGLIATELLA**

**ANÁLISE DO EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O RENDIMENTO E
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DAS PARTES
AÉREAS DE *Baccharis dracunculifolia*, VIA HIDRODESTILAÇÃO**

PATO BRANCO

2022

**IGOR ESTOLASKI
SARAH YASMIN SANTOS TAGLIATELLA**

**ANÁLISE DO EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O RENDIMENTO E
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DAS PARTES
AÉREAS DE *Baccharis dracunculifolia*, VIA HIDRODESTILAÇÃO**

**SEASONAL EFFECT ANALYSIS ON YIELD AND CHEMICAL
CHARACTERIZATION OF ESSENTIAL OIL OBTAINED FROM AERIAL PARTS
OF *Baccharis dracunculifolia*, BY HYDRODISTILLATION.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentada como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sirlei Dias Teixeira
Coorientadora: Dr.^a Michelle Fernanda Fanta
Rodrigues

PATO BRANCO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Pato Branco
Departamento de Química
Curso de Bacharelado em Química



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DO EFEITO DA SAZONALIDADE SOBRE O RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE ÓLEO ESSENCIAL OBTIDO DAS PARTES AÉREAS DE *Baccharis dracunculifolia*, VIA HIDRODESTILAÇÃO

por

IGOR ESTOLASKI
e
SARAH YASMIN SANTOS TAGLIATELLA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 08 de dezembro de 2022 às 16 horas e 00 minutos como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.

Sirlei dias Teixeira
Prof^a. Orientadora

Davi Costa Silva
Membro titular

Edimir Andrade Pereira
Membro titular

Nota: O Documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.058803/2022-28 documento 3140335

Dedicamos este trabalho aos nossos familiares e amigos,
por terem sido nossa indispensável rede de apoio durante
todo esse processo.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias, pelo apoio emocional e financeiro durante nossos anos de graduação. Essa conquista também é de vocês.

Aos nossos amigos e companheiros, por estarem presentes nos bons e maus momentos.

À nossa orientadora Professora Dra. Sirlei Dias Teixeira, pela paciência, cuidado, e empatia conosco. Agradecemos por toda sabedoria que a senhora nos transmitiu, que foi indispensável nesta trajetória.

À nossa coorientadora, Dra. Michelle Fernanda Faita Rodrigues, pelo auxílio na elaboração deste projeto, e por todo seu conhecimento na área industrial que nos foi de grande ajuda.

Ao Professor Dr. Davi Costa Silva, pelos seus conselhos que nos ajudaram na otimização dos nossos métodos. Muito obrigado.

Aos estagiários do laboratório N002 e à Edenes, pelo auxílio durante nossos experimentos.

Ao Everton, por ser altruísta e resolutor. Obrigado.

À Eloísa, que sempre prestativa, foi uma peça importante nos resultados deste trabalho.

Ao Dr. Gustavo Heiden, taxonomista responsável pela identificação da nossa planta.

À Professora Beatriz Helena Maia, e à Sara da UFPR em Curitiba, pela parceria e injeções das nossas amostras no CG/EM.

Aos professores do nosso departamento de Química, por terem sido nossos mestres e exemplos ao longo da graduação. Obrigado!

Enfim, e a todos que de alguma maneira nos ajudaram na nossa pesquisa e/ou formação.

RESUMO

ESTOLASKI, Igor; TAGLIATELLA, Sarah Yasmin Santos. Análise do efeito da sazonalidade no rendimento e caracterização química de óleo essencial obtido das partes aéreas de *Baccharis dracunculifolia*, via hidrodestilação. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2022.

Baccharis dracunculifolia é uma planta natural do cerrado brasileiro que ocorre em outros países da América do Sul. Ela se adapta facilmente a ambientes diversos, como pastagens e áreas abandonadas, podendo ser considerada uma planta de difícil contenção. No entanto, o uso do óleo essencial de *B. dracunculifolia*, tem elevado potencial, graças a sua atividade antimicrobiana, repelente e inseticida. Além da alta importância comercial de seus componentes como o limoneno e o (*E*)-nerolidol, este que é muito visado na indústria de perfumaria. Sendo assim, este trabalho teve o objetivo de obter óleo essencial de *B. dracunculifolia*, a partir de hidrodestilação via aparato Clevenger, utilizando as partes aéreas da planta, ao longo de 2022 a fim de abranger todas as estações do ano. Além do mais, calculou-se os rendimentos de óleo essencial comparando-os com a composição química do mesmo, em cada período analisado. O material vegetal foi coletado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Pato Branco, e as análises e identificações químicas do óleo essencial, foram feitas por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), e pelo cálculo do índice aritmético (IA) obtido a partir da coinjeção de padrões de *n*-alcanos e por comparação com os espectros de massas. Os rendimentos obtidos ao longo do ano foram: março: 0,833%; abril: 0,639%; maio: 0,694%; junho: 0,500%; julho: 0,583%; agosto: 0,500%; setembro e outubro respectivamente: 0,722% e 0,583%. Sendo assim, determinou-se que a melhor época para coleta e obtenção de OE de *B. dracunculifolia* é durante o verão. Em relação a composição química do OE obtido, verificou-se extensa variação na quantidade e até mesmo na natureza dos componentes, ao longo das estações do ano. Além do mais, os componentes majoritários identificados foram o (*E*)-nerolidol e o espatulenol. Portanto, os resultados obtidos são relevantes, em função do grande interesse industrial pelo OE de *B. dracunculifolia*, pois com este trabalho, pôde-se determinar qual época do ano de 2022 foi a mais indicada, na região, para coleta e obtenção OE de *B. dracunculifolia* rico em uma determinada substância de interesse.

Palavras-chave: Aparato Clevenger; Composição química; Estações do ano; (*E*)-nerolidol.

ABSTRACT

ESTOLASKI, Igor; TAGLIATELLA, Sarah Yasmin Santos. Seasonal effect analysis on yield and chemical characterization of essential oil obtained from aerial parts of *Baccharis dracunculifolia*, by hydrodistillation. 2022. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2022.

Baccharis dracunculifolia is a natural plant of the Brazilian cerrado that occurs in other South American countries. It easily adapts to different environments, such as pastures and abandoned areas, and can be considered a plant of difficult containment. However, the use of *B. dracunculifolia* essential oil has high potential, thanks to its antimicrobial, repellent and insecticidal activity. In addition to the high commercial importance of its components such as limonene and (*E*)-nerolidol, which is highly sought after in the perfumery industry. Therefore, this final paper aimed to obtain the *B. dracunculifolia* essential oil from hydrodistillation by the Clevenger apparatus, using the aerial parts of the plant, throughout the year of 2022 in order to cover all seasons of the year. Furthermore, the objective was to calculate the essential oil yields and compare them with its chemical composition, in each analyzed period. The plant material was collected at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná in Pato Branco, and the essential oil analyses and chemical identifications were performed by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GC/MS), and by calculating the arithmetic index (AI) obtained from the co-injection of *n*-alkane standards and by comparison with the mass spectra. The yields obtained throughout the year were: March: 0.833%; April: 0.639%; May: 0.694%; June: 0.500%; July: 0.583%; August: 0.500%; September and October respectively: 0.722% and 0.583%. Consequently, it was determined that the best time to collect and obtain EO from *B. dracunculifolia* is during the summer. Regarding the chemical composition of the EO obtained, there was extensive variations in the amount and even in the nature of the components, throughout the seasons. Also, the significant components identified were (*E*)-nerolidol and spathulenol. So, the results obtained are relevant, due to the great industrial interest in the EO of *B. dracunculifolia*, because with this final paper, it was possible to determine which time of the year 2022 was the most suitable, in the region, to harvest and obtaining EO from *B. dracunculifolia* rich in a certain substance of interest.

Keywords: Clevenger apparatus; Chemical composition; Seasons of the year; (*E*)-nerolidol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Planta <i>Baccharis dracunculifolia</i>	17
Figura 2 - Efeito da sazonalidade nos 14 componentes do óleo essencial quantificados ao longo do ano....	22
Figura 3 - Percentual relativo de classes e componentes do acesso 10 em Colombo-PR durante o período de amostragem.....	22
Figura 4 - Área de coleta de <i>B. dracunculifolia</i> na UTFPR-PB.....	23
Figura 5 - Sistema de hidrodestilação em triplicata.....	24
Figura 6 - Bomba utilizada para reciclo de água no sistema.....	25
Quadro 1- Exemplos de terpenos de <i>B.dracunculifolia</i> identificados.....	27
Figura 7 - Sobreposição do cromatograma referente ao α -Pinoeno e β -Pinoeno....	29
Figura 8 - Espectro de massas do β -pinoeno.....	30
Figura 9 – Espectro de massas do β -pinoeno referente à amostra de março.....	30
Figura 10 – Espectro de massas do β -pinoeno referente à amostra de abril.....	30
Figura 11 – Espectro de massas do α -pinoeno.....	31
Figura 12 – Espectro de massas do α -pinoeno referente à amostra de março.....	31
Figura 13 – Espectro de massas do α -pinoeno referente à amostra de abril.....	31
Figura 14 - Sobreposição do cromatograma referente ao limoneno....	32
Figura 15 – Espectro de massas do limoneno.....	32
Figura 16 – Espectro de massas do limoneno referente à amostra de agosto.....	33
Figura 17 – Espectro de massas do limoneno referente à amostra de abril.....	33
Figura 18 - Somatório das concentrações dos compostos do OE de <i>B. dracunculifolia</i>	34
Figura 19 - Sobreposição do cromatograma referente ao germacreno D.....	35
Figura 20 – Espectro de massas do germacreno D.....	35
Figura 21 – Espectro de massas do germacreno D referente à amostra de março.....	36
Figura 22 – Espectro de massas do germacreno D referente à amostra de agosto.....	36
Figura 23 - Sobreposição do cromatograma referente ao (<i>E</i>)-nerolidol.....	37
Figura 24 – Espectro de massas do (<i>E</i>)-nerolidol.....	37
Figura 25 – Espectro de massas do (<i>E</i>)-nerolidol referente à amostra de abril.....	38
Figura 26 – Espectro de massas do (<i>E</i>)-nerolidol referente à amostra de setembro.....	38
Figura 27 – Espectro de massas do espatulenol.....	39
Figura 28 – Espectro de massas do espatulenol referente à amostra de abril.....	39

Figura 29 – Espectro de massas do espatulenol referente à amostra de setembro	39
Figura 30 - Planta <i>B. dracunculifolia</i> coletada em abril de 2022 em Pato Branco-PR	40
Quadro 2 - Compostos majoritários do OE de <i>B. dracunculifolia</i>	42
Figura 31 - Óleos essenciais obtidos de <i>B. dracunculifolia</i> ao longo do ano, por hidroddestilação.....	46
Figura 32 - Efeito da sazonalidade no óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i> , obtido por hidroddestilação, ao longo do ano... ..	46
Figura 33 - Dados climatológicos para Pato Branco-PR.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE ABREVIATURAS

Abr: abril

Ago: agosto

B. dracunculifolia - *Baccharis dracunculifolia*

Jul: julho

Jun: junho

Mai: maio

Mar: março

Set: setembro

LISTA DE SIGLAS

AV - Arraste à vapor

CG/EM - Cromatografia Gasosa Acoplada à Espectrometria de Massas

COMTRADE - *United Nations Commodity Trade Statistics Database*

DMAPP - Difosfato de dimetilalilo

IPP - Pirofosfato de isopentenilo

FDA - *Food and Drugs Administration*

FE - Fase estacionária

FI - Final do inverno

FM - Fase móvel

HD - Hidrodestilação

IA - Índice aritmético

IAC - Índice aritmético calculado

IAL - Índice aritmético da literatura

OE - Óleo essencial

OEI - Óleo essencial de inverno

OEO - Óleo essencial de outono

OEP - Óleo essencial de primavera

OEV - Óleo essencial de verão

SNA - Sociedade Nacional de Agricultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Óleos essenciais	15
3.1.1 Processos de obtenção de óleo essencial	16
3.2 <i>Baccharis dracunculifolia</i>	17
3.2.1 Óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i>	18
3.2.2 Utilização de <i>B. dracunculifolia</i> na Indústria	19
3.3 Composição química do óleo essencial de <i>B. dracunculifolia</i>	19
3.3.1 Grupos de componentes majoritários	20
3.3.2 Método de Identificação: Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas	20
3.4 Influência da sazonalidade no rendimento do óleo essencial	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Coleta, secagem e preparação das amostras de material vegetal	23
4.2 Obtenção do óleo essencial	24
4.3 Análise do óleo essencial	25
4.3.1 Preparo da amostra para análise cromatográfica	25
4.3.2 Análise cromatográfica acoplada à espectrometria de massas (CG/EM).....	25
4.3.3 Identificação dos compostos.....	26
4.4 Cálculos de rendimento	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Composição química do OE de <i>B. dracunculifolia</i> obtido ao longo do ano	27
5.2 Composição química por arraste à vapor e hidrodestilação e usos na Indústria	43
5.3 Rendimentos obtidos de OE ao longo do ano	45
6 CONCLUSÕES	48
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de <i>B. dracunculifolia</i> coletadas ao longo do ano	56

1 INTRODUÇÃO

Historicamente as plantas foram utilizadas para aliviar e curar doenças através de conhecimento popular e tradições. Todas as civilizações são exemplos de sociedades que utilizaram recursos naturais na medicina e controles de pragas (VIEGAS JUNIOR; BOLZANI; BARREIRO, 2006). Porém, o uso de fontes naturais só se consolidou como base científica no século XIX, quando os primeiros estudos sobre plantas foram registrados e isolou-se princípios ativos de plantas, que são utilizados até hoje contra determinadas doenças (BRANDELLI, 2022).

No Brasil, há conhecimento de utilização de plantas medicinais por portugueses durante a colonização, quando reconheceram a importância dos remédios indígenas frente à escassez no Brasil, dos remédios usualmente empregados na Europa. Porém, somente com a vinda da corte real ao país, em 1808, é que se iniciaram as expedições científicas, com o objetivo de fornecer aos europeus o conhecimento científico da vasta flora e fauna brasileira (PINTO *et al.*, 2002).

Destaca-se também o fato de que, o Brasil possui privilegiada biodiversidade de composição química de sua flora, no entanto, pouco investigada, gerando grande potencial para obtenção de compostos naturais de interesse medicinal e para aplicação em cosméticos, como por exemplo os fitoterápicos e os óleos essenciais (BARREIRO; BOLZANI, 2009; OLIVEIRA, 2022; BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Os benefícios de alguns óleos essenciais e de seus componentes já são conhecidos. Pode-se citar, o limoneno na ação do efeito gastroprotetor (ROZZA *et al.*, 2011); o óleo essencial de eucalipto que age como inseticida e repelente, contra o inseto vetor da doença de Chagas (GOMES; FAVERO, 2013) e o óleo essencial da citronela, que tem efeitos contra os moluscos transmissores da esquistossomose (RODRIGUES *et al.*, 2013), e também possui capacidade repelente (SILVA *et al.*, 2011).

De acordo com a *United Nations Commodity Trade Statistics Database* (COMTRADE), o Brasil se encontra na vigésima nona posição entre os maiores exportadores de óleos essenciais no mundo, o que gerou arrecadação de cerca de 700 milhões de dólares em 2019. Com foco maior na produção de óleos cítricos, que são subprodutos da produção do suco concentrado de laranja (BIESKI *et al.*, 2022).

A Embrapa Agroindústria de Alimentos, por exemplo, tem trabalhado em conjunto com universidades, para desenvolver novas aplicações para os óleos essenciais presentes na biodiversidade brasileira, tendo o cuidado de que novas fontes de matérias-primas sejam

estabelecidas em produção sustentável (A LAVOURA, 2013). Porém, o Brasil comumente possui problemas, gerados pelo baixo padrão de qualidade, com a ausência de representatividade e o baixíssimo investimento no setor (BIZZO; HOVELL; REZENDE, 2009). Dessa forma, torna-se necessário maior incentivo governamental, parcerias entre universidades e iniciativa privada, além do aperfeiçoamento de técnicas modernas de cultivo e acurada seleção de plantas, para melhoria na produção e na obtenção de melhores rendimentos destes óleos essenciais.

Dentre as plantas com potencial para extração de óleos essenciais, *Baccharis dracunculifolia*, mais conhecida como “vassoura” ou “alecrim do campo” (SOUSA *et al.*, 2011a), tem sido estudada. As indústrias farmacêuticas e de cosméticos, têm elevado interesse nesta planta, pois seu óleo essencial apresenta notas amadeiradas, florais e verdes (MINTEGUIAGA *et al.*, 2021). Além do que, o componente majoritário do óleo essencial, o (*E*)-nerolidol, é aprovado pela agência reguladora Food and Drugs Administration (FDA) como agente flavorizante em alimentos (ARRUDA *et al.*, 2005). A *B. dracunculifolia* é uma planta natural do cerrado brasileiro, que ocorre em outros países como Argentina, Uruguai, Paraguai e Bolívia (SOUSA *et al.*, 2011a; ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003). Ela se instala em diversos ambientes como pastagens e áreas abandonadas (MINTEGUIAGA *et al.*, 2021; LOAYZA *et al.*, 1995). No entanto, essa planta não é cultivada e seu *habitat* natural tem se fragmentado, surgindo necessidade da adoção de medidas de preservação da mesma (RIGOTTI, 2011).

Portanto, este trabalho apresenta como objetivo, a obtenção de óleo essencial via hidrodestilação, das partes aéreas de *B. dracunculifolia* de ocorrência natural, coletadas em diferentes épocas do ano, abrangendo todas as estações. Deste modo, pôde-se verificar a influência da sazonalidade no rendimento e na composição química (componentes e concentrações de forma qualitativa e quantitativa) do óleo essencial e determinar assim, a melhor época do ano para coleta da planta e obtenção do óleo essencial. O rendimento foi analisado pela quantificação do volume do óleo essencial obtido e a composição química foi analisada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Calcular o rendimento na obtenção de óleo essencial das partes aéreas de *B. dracunculifolia*, via hidrodestilação, coletadas sazonalmente e fazer a análise das amostras assim obtidas, por CG/EM.

2.2 Objetivos específicos

- Coletar as partes aéreas de *B. dracunculifolia*, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *campus* Pato Branco, em épocas diferentes e secar ao ar livre, reproduzindo o processo industrial.
- Obter o óleo essencial, via hidrodestilação, em triplicata, utilizando a biomassa seca.
- Calcular o rendimento de cada processo de hidrodestilação em base de massa seca.
- Analisar as amostras de óleo essencial por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.
- Identificar os componentes do óleo essencial por meio do índice aritmético (IA), obtido a partir da coinjeção de padrões de *n*-alcanos e por comparação com a literatura, de seus espectros de massas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Óleos essenciais

Para viver, crescer e reproduzir, todos organismos precisam sintetizar ou transformar uma ampla variedade de compostos orgânicos. As plantas são eficientes em transformar matéria inorgânica disponível no meio ambiente em compostos orgânicos e apesar das características que diferem todas as plantas, as vias para transformar e sintetizar carboidratos, lipídios, proteínas e outras classes de compostos essenciais, são geralmente iguais, encontradas em todas plantas e descritas como metabolismo primário (DEWICK, 2002). A partir de compostos primários, as plantas também sintetizam compostos secundários, que englobam terpenoides, fenólicos, compostos acetilênicos e alcaloides (SCHOONHOVEN, 2005).

Parte desses metabólitos secundários são voláteis à temperatura ambiente e compõem os óleos essenciais (OEs), também conhecidos como óleos voláteis, que são caracterizados como um líquido com aparência oleosa, composto por misturas complexas que podem conter

mais de 100 compostos orgânicos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1992; CASTRO *et al.*, 2004). A *International Organization for Standardization* (ISO) pela norma 9235 de 2021 classifica os OEs como “produtos obtidos de material vegetal natural por destilação a vapor, por processos mecânicos a partir do epicarpo de frutas cítricas ou por destilação a seco, após a separação da fase aquosa (se houver) por processos físicos”. E ainda segundo a ISO, OE pode ser obtido “por destilação a vapor com adição de água ao destilador (hidrodestilação) ou sem adição de água ao destilador (diretamente por vapor)”

Entre os compostos orgânicos, os terpenos encontrados com maior frequência nos óleos essenciais são os monoterpenos, sesquiterpenos e os diterpenos, além dos fenilpropanoides (CASTRO *et al.*, 2004). Além disso, os óleos essenciais são incolores ou amarelados quando extraídos recentemente, possuindo baixa estabilidade ao ar, calor, luz, umidade e metais (SOUSA, 2007). Sabe-se também, que tais micromoléculas são essenciais para proteção da planta contra parasitas, competidores e agentes predadores, desempenhando papel relevante na ecologia química (SPRING, 2000).

3.1.1 Processos de obtenção de óleo essencial

Existem vários processos para a obtenção de óleos essenciais, cada um com vantagem ou limitação distinta e, cada método pode resultar em composição química diferente da mesma planta (REVERCHON; SENATORE, 1992), logo, a escolha do método de obtenção precisa ser definida de acordo com o que o estudo visa analisar. Dentre os métodos mais utilizados, podemos destacar a hidrodestilação, destilação por dióxido de carbono supercrítico e o método mais utilizado na indústria, o arraste a vapor d'água (MASANGO, 2001).

A destilação por arraste a vapor d'água consiste em passar vapor normalmente produzido em caldeiras por uma câmara com biomassa, sem o contato direto da biomassa com a água em ebulição. O vapor cria pressão na câmara danificando as estruturas internas que armazenam o óleo essencial, liberando os compostos voláteis no meio, ficando em equilíbrio entre a biomassa e o vapor do sistema e, após arrastar os compostos voláteis para fora da câmara, é resfriada ao passar por uma serpentina e então condensado e coletado em recipiente para a separação do hidrolato (mistura de água com compostos hidrolisados), com a fase orgânica imiscível (PRADO *et al.*, 2015).

A premissa da hidrodestilação é parecida com a destilação por arraste de vapor, mas a biomassa fica em contato direto com a água em ebulição e o vapor resultante dessa mistura,

de biomassa e água em ebulição, arrasta os voláteis para a coluna de destilação e é condensado em uma segunda coluna, integrada à primeira, graduada e com refluxo, para manter o volume estacionário na coluna de coleta (GAVAHIAN;FARAHNAKY, 2018).

Outra alternativa é a extração supercrítica que apresenta alto grau de pureza, além de ser considerada uma tecnologia limpa, sem resíduos de solventes no extrato obtido e por utilizar solventes não inflamáveis, como o dióxido de carbono (PIES, 2017).

3.2 *Baccharis dracunculifolia*

A planta *B. dracunculifolia* (Figura 1) é natural do cerrado brasileiro, popularmente chamada de “alecrim do campo” e “vassoura” (SOUSA *et al.*, 2011a). A *B. dracunculifolia* tem esse nome popular, vassoura, pois antigamente, com a planta fazia-se uma vassoura rudimentar que varria brasas quentes dos fornos feitos de barro, deixando no ambiente uma fragrância de ervas (QUEIROGA; FUKAI; MARSAIOLI, 1990).

Figura 1 - Planta *Baccharis dracunculifolia*



Fonte: Autoria própria (2022).

Essa planta é um arbusto perene, com 2-3 m de altura (ESPIRITO-SANTO *et al.*, 2003). É uma espécie da família Asteraceae, com flores agrupadas em capítulos, com característica dioica, ademais, a planta fêmea apresenta flores com pelos ao invés de cálice, e

corola com formato de tubo fino de cor branca (ROCHA *et al.*, 2004; MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). Ela ocorre também nos países da América do Sul, como Argentina, Uruguai, Paraguai e Bolívia (ESPIRITO-SANTO *et al.*, 2003), se desenvolvendo em ambientes diversos como campos abertos e florestas, ocorrendo até em altitudes maiores de 3000 m, podendo ser considerada como planta daninha de difícil contenção (MINTEGUIAGA *et al.*, 2021; LOAYZA *et al.*, 1995). Esta planta se instala em lugares onde há pastagens e em áreas abandonadas, rebrotando facilmente após ter sido roçada (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010). Por ser combatida como invasora, e por não ser geralmente cultivada, o *habitat* dessa espécie tem se fragmentado constantemente, havendo a necessidade de adotar medidas que visem manter a variabilidade genética e que assegurem a preservação do alecrim do campo (RIGOTTI, 2011).

Bastos *et al.* (2011), citam que há uma relação entre a abelha *Apis mellifera* e a *B. dracunculifolia*, pois a planta é a principal fonte da resina necessária para a produção de própolis verde. Os autores ainda citam que a abelha coleta a resina de agosto a abril, sendo que nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e abril há maior frequência na coleta. Já na medicina popular, algumas partes da planta são utilizadas como anti-inflamatório e como tratamento para desconforto gastrointestinal (MOREIRA; BRAGANÇA, 2010; DA SILVA FILHO *et al.*, 2009).

3.2.1 Óleo essencial de *B. dracunculifolia*

A planta contém extensa diversidade de metabólitos secundários em tricomas secretores, bem como ductos secretores produtores e armazenadores de óleos essenciais e compostos fenólicos (SOUSA *et al.*, 2011b), como terpenoides, flavonoides e derivados do ácido cumárico (SPRING, 2000). As substâncias voláteis desses ductos e tricomas, possivelmente atraem de forma eficaz abelhas que coletam resina (TEIXEIRA *et al.*, 2005). Inclusive, os monoterpenoides e sesquiterpenoides se destacam por apresentarem várias funções nos vegetais, tais como proteção contra agentes microbianos, danos oxidativos, herbívoros, às altas temperaturas, baixas concentrações de oxigênio e ainda contra fotorrespiração (OWEN; PEÑUELAS, 2005).

Além disso, o óleo essencial de *B. dracunculifolia*, tem princípios ativos contra fitopatógenos, demonstrando alta eficiência no combate a estes (FONSECA *et al.*, 2015).

Além de haver pesquisas em relação à atividade antimicrobiana (FERRONATTO *et al.*, 2007), atividade repelente e inseticida (RODRIGUES *et al.*, 2019).

3.2.2 Utilização de *B. dracunculifolia* na Indústria

O óleo essencial de *B. dracunculifolia* é bem conceituado na indústria de perfumaria, graças a suas notas amadeiradas, florais e verdes, resultantes de álcoois sesquiterpênicos como o (*E*)-nerolidol entre outros (MINTEGUIAGA *et al.*, 2021). Tendo relativo potencial no desenvolvimento de produtos cosméticos e farmacêuticos inéditos (SOUSA *et al.*, 2011a).

Outrossim, o (*E*)-nerolidol é componente majoritário na planta correspondendo a cerca de 33% da composição do óleo essencial e é detectado durante todo o ano, possivelmente o responsável pelos odores intensos da planta e valorizado pela indústria de fragrâncias e de cosméticos (SOUSA *et al.*, 2011a). Além do mais, esse composto apresenta altos valores de concentração em *B. dracunculifolia* naturais do Brasil, se comparada com as plantas de outros países da América do Sul (FRIZZO *et al.*, 2008). O (*E*)-nerolidol ainda é aprovado pela agência reguladora Food and Drugs Administration (FDA), como agente flavorizante em alimentos (ARRUDA *et al.*, 2005).

3.3 Composição química do óleo essencial de *B. dracunculifolia*

Sousa *et al.* (2011a), observaram quatorze componentes no óleo essencial da *B. dracunculifolia* que se destacam: α -pineno, β -pineno, limoneno, β -cariofileno, aromadendreno, α -humuleno, germacreno D, biciclogermacreno, δ cadineno, (*E*)-nerolidol, espatulenol, viridiflorol, guaiol e α -muurolol dos quais, representam 70% dos compostos voláteis. Não obstante, há uma grande variedade de componentes no óleo essencial de *B. dracunculifolia*. E por esse motivo, Frizzo *et al.* (2008) discorrem sobre a presença de dezoito componentes cujas concentrações são maiores ou iguais a 1,0% pois os demais componentes estão em quantidade de traço. Estes compostos em maior concentração são: α -tujeno, α - pineno, β -pineno, β -mirceno, limoneno, β -cariofileno, germacreno D, biciclogermacreno, γ - cadineno, δ -cadineno, (*E*)-nerolidol, espatulenol, globulol, viridiflorol, guaiol, T-cadinol, α - cadinol, α -bisabolol. Sousa *et al.* (2011a) citam que nesse conjunto de quatorze compostos, os principais grupos de componentes no óleo essencial da *B. dracunculifolia* são os sesquiterpenos oxigenados (49,61%), os sesquiterpenos (11,83%), os sesquiterpenos oxigenados minoritários (7,59%), e os monoterpenos (0,97%). Sendo os constituintes

majoritários, o (*E*)- nerolidol (32%) que é muito relevante, considerando sua importância para a indústria de fragrâncias, e o espatulenol (17%).

3.3.1 Grupos de componentes majoritários

Os terpenos possuem ampla diversidade de estruturas, são sintetizados a partir de unidades de difosfato de dimetilalilo (DMAPP) e pirofosfato de isopentenilo (IPP) pela via mevalonato, ou pela via do metileritritol fosfato (MEP). A classificação dos terpenos se dá pela quantidade de unidades de isopreno que formam a estrutura da cadeia $(C_5)_n$, como os monoterpenos (C_{10}), sesquiterpenos (C_{15}), diterpenos (C_{20}), triterpenos (C_{30}) e tetraterpenos (C_{40}). Essas cadeias se rearranjam de inúmeras formas por meio de reações de ciclização, dando origem a diversas funções orgânicas dentro do enorme grupo de terpenos, que geralmente são voláteis, caracterizam os odores e sabores dos óleos essenciais e podem apresentar cadeias acíclicas, cíclicas e bicíclicas, (DEWICK, 2002; SCHOONHOVEN, 2005).

Alguns terpenos são a causa dos cheiros característicos de uma planta ou espécie, enquanto outros, desenvolvem papéis mais discretos de acordo com a demanda da planta, como a interação com outros organismos (BOHLMANN, 2008).

3.3.2 Método de Identificação: Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas

A técnica da cromatografia a gás (CG) acoplada à espectrometria de massas (EM) é híbrida, pois cada uma das suas partes realiza um determinado processo analítico, a cromatografia a gás realiza a separação dos componentes de uma mistura gasosa a ser analisada e a espectrometria de massas, faz a identificação dos componentes químicos separados na CG (BUSTILLOS, 2020).

A separação por cromatografia a gás, é baseada na distribuição dos analitos entre uma fase estacionária (FE) e uma fase móvel (FM) gasosa, chamada de gás de arraste, que é inerte. A amostra é introduzida em uma coluna contendo a FE, através de um sistema de injeção. Logo após, o gás de arraste passa pela coluna e arrasta os analitos. Desse modo, a interação entre a FE e as substâncias da amostra, promove velocidades de migração diferentes, ocorrendo então a separação das substâncias (BUSTILLOS, 2020; ARAÚJO; IRIS, 2021). Essa migração para cada analito é o de Tempo de Retenção, medido em minutos, que indica o

tempo que decorre entre a injeção até seu aparecimento no detector. O cromatógrafo gasoso é formado por: injetor, coluna e detector (BUSTILLOS, 2020; EWING, 2017).

Em relação a EM, Bustillos (2020) a descreve como um detector no sistema CG/EM, que discrimina os analitos pela razão massa/carga (m/z), e no espectro há a contribuição de fracionamentos moleculares além dos isótopos também, facilitando a identificação da substância a ser determinada por meio do espectro de massas. O autor ainda aborda, que um espectrômetro de massas é constituído por: fonte de íons com energia de ionização geralmente de 70 eV, analisador e detector.

Várias pesquisas sobre a composição de óleos essenciais como as de Ulukanli (2012) e Hammami (2015), têm mostrado que há grande variedade de substâncias voláteis presentes nesses óleos essenciais, o que torna mais complicada a separação e identificação dos compostos de interesse. Assim, a utilização da cromatografia gasosa e a espectrometria de massas têm sido importantes ferramentas devido à praticidade e eficiência na separação de amostras com misturas complexas, principalmente quando se associa essas duas técnicas analíticas (MCNAIR; MILLER, 2002). Além disso, é necessário compreender a função da sazonalidade no perfil químico e também no teor de compostos de interesse (SOUSA *et al.*, 2011a).

3.4 Influência da sazonalidade no rendimento do óleo essencial

O ciclo fenológico da *B. dracunculifolia* muda ao longo do ano devido à diferença da queda de chuvas, umidade, temperatura e outros fatores que implicam na produção dos compostos presentes no óleo essencial, alterando a concentração e até mesmo a presença de certos compostos (SOUSA *et al.*, 2011a).

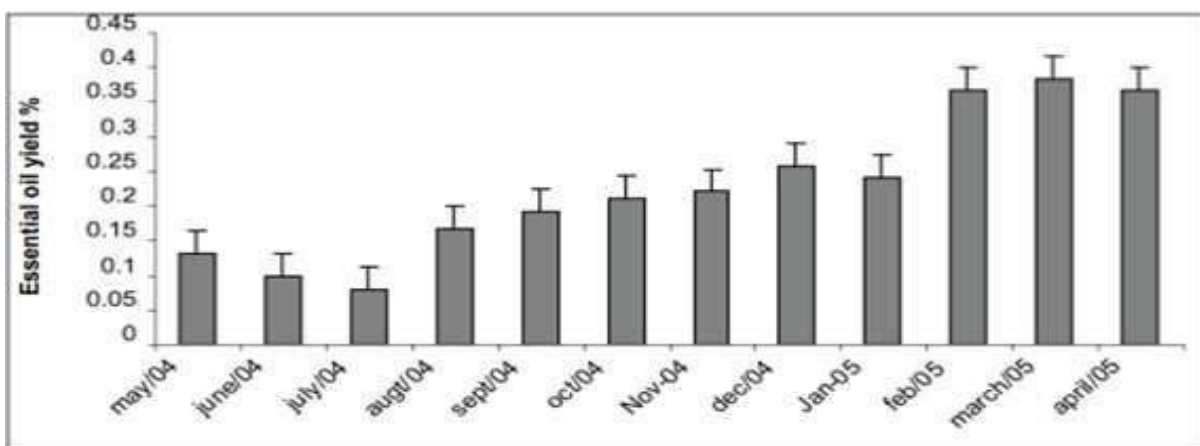
Portanto, avaliar o efeito da sazonalidade é muito importante para espécies de interesse, podendo assim estabelecer em que época do ano é mais favorável a realização da coleta, já que a quantidade e até mesmo a natureza dos constituintes têm variação (GOBBO- NETO; LOPES, 2007). Desse modo, saber o momento certo para colher a planta pode ser essencial do ponto de vista agrônômico e econômico (FIGUEIREDO *et al.*, 2008).

Segundo Sousa *et al.* (2011a), os meses de fevereiro, março e abril (Figura 2), são considerados a melhor época do ano para a coleta da planta, a fim de obter maior rendimento de óleo essencial, bem como maior concentração de (*E*)-nerolidol. No entanto, no período de floração, que é de maio a julho, o rendimento de voláteis é menor. Período no qual, a planta

direciona seu metabolismo para se reproduzir (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003; SOUSA *et al.*, 2011 a).

Já em relação aos compostos majoritários, Sousa (2007), aborda a composição destes grupos de acordo com a Figura 3, na qual observa-se que a concentração de espatulenol decresce ao longo do ano, e tem seu percentual mais elevado nos meses da floração.

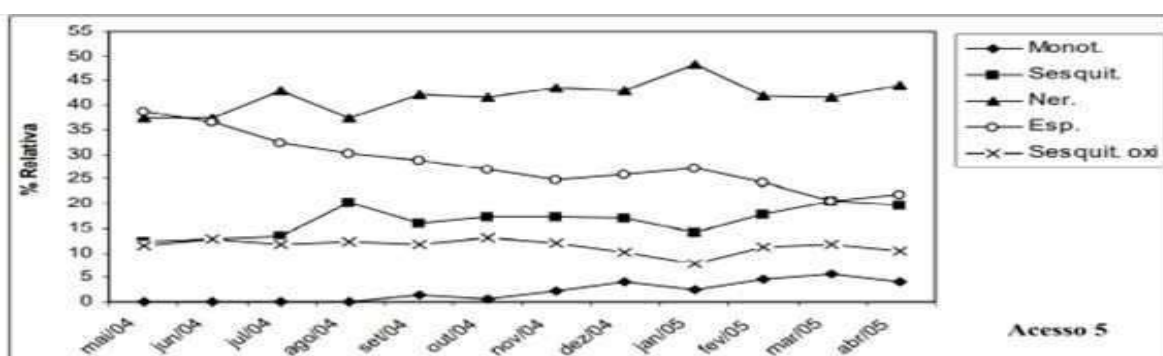
Figura 2 - Efeito da sazonalidade nos 14 componentes do óleo essencial quantificados ao longo do ano



Fonte: Sousa *et al.* (2011a).

Ou seja, para a obtenção de óleo volátil rico em espatulenol, sugere-se fazer a coleta entre maio e julho. Além do mais, percebe-se uma correlação inversa entre a concentração de espatulenol e dos sesquiterpenos. No entanto, os sesquiterpenos apresentam variabilidade semelhante ao perfil de produtividade dos óleos essenciais descritos na Figura 2, no qual, os teores são maiores entre os meses de fevereiro a abril. Os monoterpênicos, por outro lado, só têm concentrações mensuráveis a partir de agosto a abril. E por fim, o teor de (*E*)-nerolidol apresenta uma relação inversa de picos com a presença dos sesquiterpenos, ou seja, o (*E*)-nerolidol possui maiores concentrações em julho (final da floração), e em janeiro (verão).

Figura 3 - Percentual relativo de classes e componentes do acesso 10 em Colombo-PR durante o período de amostragem



Monot: monoterpenos; Sesquit: sesquiterpenos; Ner: (E)-nerolidol; Esp: espatulenol; Sesquit oxi: sesquiterpenos oxigenados minoritários.

Fonte: Sousa (2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O alecrim do campo utilizado na pesquisa é de ocorrência natural, coletado na UTFPR de Pato Branco-PR, 26° 11 '48.4 ''S 52° 41' 18.2"W, e foram utilizadas 180 g das partes aéreas (folhas, galhos). Os equipamentos, reagentes e vidrarias necessários que foram utilizados, estavam disponibilizados no laboratório n005 de Química, da mesma Instituição.

Figura 4 - Área de coleta de *B. dracunculifolia* na UTFPR-PB



Fonte: Autoria própria (2022).

4.1 Coleta, secagem e preparação das amostras de material vegetal

Inicialmente foi feita a coleta na área determinada na Figura 4, na penúltima semana de cada mês, iniciando no mês de março até outubro, abrangendo todas as estações do ano (2022). Cada coleta foi realizada sempre às 12h, utilizando tesoura de poda. Após a coleta, o material vegetal foi espalhado sobre papel kraft, para secagem em temperatura ambiente, por 7 dias, visando reproduzir o método industrial, ou seja, secar a planta, até que murche o suficiente para a obtenção de OE. A biomassa seca foi novamente picada com a tesoura e separada.

4.2 Obtenção do óleo essencial

Para cada coleta, realizou-se a extração de 180 g da planta seca em triplicata pelo método Clevenger (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 1992), dividida em três porções de 60 g. Cada porção foi transferida para um balão de fundo redondo de 1000 mL e com o auxílio de uma proveta, adicionou-se 600 mL de água destilada. Cada um dos balões foi acondicionado em mantas de aquecimento e com o auxílio de três suportes universais, os balões foram acoplados a três aparatos de hidrodestilação modelo Clevenger, (Figura 5). Os condensadores estavam conectados em série com mangueiras e serpentinas postas em caixas de isopor, de forma que a primeira mangueira fosse conectada a uma torneira e a uma serpentina dentro de uma caixa de isopor com gelo. Assim, a água circulava em temperatura baixa pelo sistema de condensação. Após o primeiro condensador, esta água passava por outra serpentina dentro de outra caixa de isopor com gelo, circulando pelo sistema até o último aparato, e então era direcionada novamente ao primeiro condensador com auxílio de uma bomba. Ou seja, havendo o reciclo desta água gelada, como mostra a Figura 6. Cada obtenção ocorreu por pelo menos 4 horas, assim como é descrito na literatura (SOUSA *et al.*, 2011 a). Para tal, a temperatura da manta deveria estar em torno de 100 °C, evitando assim, refluxo no sistema ou perda de material por possíveis vazamentos de água, causados por excesso de temperatura no condensador. Após 4 horas, desligava-se as mantas, resultando no esfriamento à temperatura ambiente do sistema e do hidrolato, o destilado aquoso que permanecia após a destilação e separação do óleo essencial (ONLINE BROWSING PLATFORM, 2013). Por fim, o volume do OE era aferido e armazenado em um *vial* de vidro.

Figura 5 - Sistema de hidrodestilação em triplicata



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 6 - Bomba utilizada para reciclo de água no sistema



Fonte: Aatoria própria (2022).

4.3 Análise do óleo essencial

4.3.1 Preparo da amostra para análise cromatográfica

O óleo essencial obtido, foi preparado para a injeção no cromatógrafo à gás, utilizando *n*-hexano como solvente e filtrando esta solução com sulfato de sódio anidro (FRIZZO *et al.*, 2008), a fim de retirar toda a água presente na amostra. Cada amostra assim preparada, foi armazenada em *vial* de vidro e acondicionada sob refrigeração, até que se realizasse a análise em cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.

4.3.2 Análise cromatográfica acoplada à espectrometria de massas (CG/EM)

Para realização da análise dos compostos presentes no óleo essencial, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Produtos Naturais e Ecologia Química - LAPNEQ (UFPR). 1 μ L de cada amostra foi injetado em um cromatógrafo gasoso modelo Shimadzu GC-2010 Plus acoplado a detector de massas do tipo triplo quadrupolo modelo TQ8040 e injetor automático modelo AOC-5000 *Plus* para análises de amostras líquidas, gasosas (headspace) e microextração em fase sólida (SPME). Ainda, utilizou-se coluna capilar de

sílica fundida Rtx-5MS (5% difenil + 95% dimetil polissiloxano) com 30 m x 0,25 mm x 0,25 m. Em relação a temperatura de injeção, esta era de 250 °C, com rampa de aquecimento, iniciando em 60 °C e aumentando 3 °C por minuto até alcançar 250 °C. Já o gás hélio foi o gás de arraste utilizado, com fluxo de 1,02 mL. min⁻¹ no modo split 1:90, e o sistema de ionização do espectrômetro de massas era de 70 eV. Por fim, o tempo total de análise ocorreu em torno de 70 minutos.

4.3.3 Identificação dos compostos

Os componentes dos óleos essenciais foram identificados com base no índice aritmético (IA), determinado por meio da utilização de uma série homóloga de hidrocarbonetos lineares saturados contendo C₇-C₃₅ átomos de carbono, injetados nas mesmas condições cromatográficas (ADAMS, 2007).

Os índices aritméticos foram calculados com base nos tempos de retenção obtidos, comparando-os com os índices aritméticos da literatura, e seus respectivos espectros de massas, reforçando a existência do composto analisado na variada matriz do OE (ADAMS, 2007; VAN DEN DOOL; KRATZ, 1963). O cálculo do IA pode ser representado pela Equação 1 (ADAMS, 2007):

$$AI(x) = 100 P_z + 100 * [(RT(x) - RT(P_z)) / (RT(P_{z+1}) - RT(P_z))]$$

Equação 1. Índice aritmético

4.4 Cálculos de rendimento

Calculou-se o rendimento comparando a massa inicial de planta seca em gramas, com a média da massa em mililitros de óleo essencial obtido (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2010) em triplicata, via hidrodestilação, em aparato modelo Clevenger. Ou seja, a porcentagem de massa de óleo essencial contida em uma massa definida da planta após a secagem, representado pela Equação 2:

$$R_{\text{(rendimento)}} = (V_{\text{(volume médio de óleo essencial obtido)}} / m_{\text{(massa inicial da planta seca)}}) \times 100.$$

Equação 2. Rendimento de óleo essencial

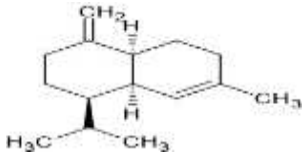
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

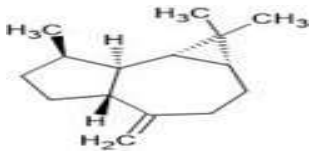
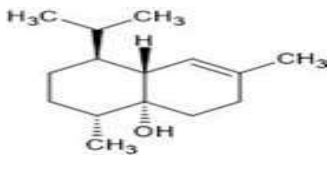
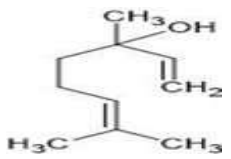
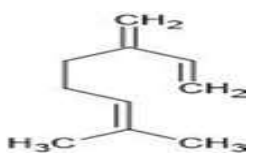
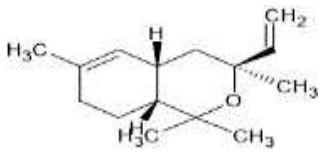
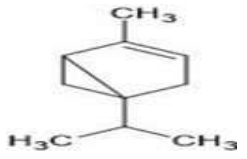
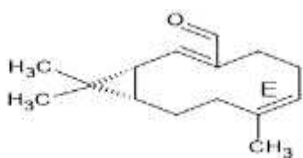
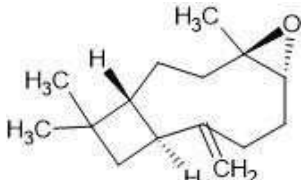
5.1 Composição química do OE de *B. dracunculifolia* obtido ao longo do ano

Geralmente óleos essenciais são compostos predominantemente por terpenos ou derivados dos mesmos, que são metabólitos secundários essenciais para proteção da planta (FELIPE; BICAS, 2017; SPRING, 2000). Terpenos com átomos de oxigênio na molécula, são chamados de terpenoides, apresentando funções químicas como ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, fenóis ou epóxidos terpênicos (FELIPE; BICAS, 2017). Neste trabalho, foram identificados terpenos com algumas das funções orgânicas abordadas.

No Quadro 1 são ilustrados alguns componentes do OE de *B. dracunculifolia*, que foram identificados a partir de índices aritméticos calculados e comparados com a literatura. Esses compostos são os monoterpenos e os sesquiterpenos, que possuem elevada importância no aroma dos produtos naturais, pois possuem massa molecular menor e assim, volatilidade intensificada (FARKAS; MOHÁCSI-FARKAS, 2014; FELIPE; BICAS, 2017). Cita-se os monoterpenos mirceno e o α -thujeno, e o monoterpeno oxigenado linalool, que apresenta a função química álcool. Os sesquiterpenos γ -amorfeno e aromadendreno que são hidrocarbonetos e o sesquiterpeno oxigenado cubenol (função orgânica álcool), de modo semelhante, também estão presentes no OE. Além destes compostos, na composição do OE foram identificados outros sesquiterpenos oxigenados com funções químicas variadas, como o óxido de cabreuva-B que é um éter, o isobiciclogermacrenal, apresentando função aldeído e o óxido de cariofileno apresentando um epóxido terpênico.

Quadro 1- Exemplos de terpenos de *B. dracunculifolia* identificados

Composto	Terpenos	Estrutura química
γ -Amorfeno	Sesquiterpeno	

Aromadendreno	Sesquiterpeno	
Cubenol	Sesquiterpeno oxigenado	
Linalool	Monoterpeno oxigenado	
Mirceno	Monoterpeno	
Óxido de cabreuva-B	Sesquiterpeno oxigenado	
α -Thujeno	Monoterpeno	
Isobiciclogermacrenal	Sesquiterpeno oxigenado	
Óxido de cariofileno	Sesquiterpeno oxigenado	

Fonte: Autoria própria (2022).

A relação completa dos componentes do OE de *B. dracunculifolia* obtido por HD no ano de 2022, encontra-se no Apêndice A. Essa relação abrange os compostos que foram identificados a partir de índices aritméticos calculados, durante todas as estações do ano. A primeira obtenção de OE ocorreu no mês de março, época correspondente ao final do verão. A segunda, e terceira, nos meses de abril e maio, correspondendo às obtenções de outono. No inverno, nos meses de junho, julho e agosto, ocorreram a quarta, quinta e sexta obtenção respectivamente. Por fim, em setembro, a sétima obtenção foi realizada, que corresponde ao período da primavera. Para determinar a composição, e quantidade percentual dos compostos, a obtenção de outubro não foi considerada.

A partir do apêndice A, portanto, pode-se compreender algumas características como a tendência das concentrações dos grupos de terpenos presentes no OE, e a porcentagem dos compostos identificados e não identificados. O grupo dos monoterpenos apresentou alguns componentes que se destacaram no presente trabalho, entre eles o β -pineno. Esse componente, no mês de março, apresentou concentração elevada de 17,53%, e no mês de maio, concentração também significativa (10,98%), porém, em abril, a quantidade observada foi menor (1,31%). Em abril, também é observada a menor concentração de α -pineno obtida (0,21%), sendo que em março apresenta o valor de 2,72% e a maior concentração ocorreu no mês de agosto, 3,78% (Figura 7).

A Figura 8 ilustra o espectro de massas do β -pineno utilizado na literatura como base para comparações (ADAMS, 2007). Ainda, pode-se verificar a similaridade com os espectros obtidos nas identificações referentes aos meses de março (Figura 9) e abril (Figura 10), confirmando assim, a natureza do terpeno determinado.

Figura 7 - Sobreposição do cromatograma referente ao α -pineno e β -pineno

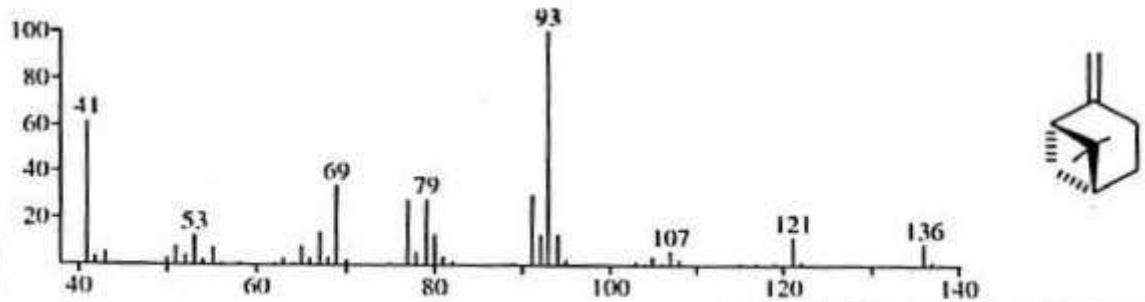


Cromatograma em preto: março; cromatograma em rosa: abril.

Fonte: Autoria própria (2022).

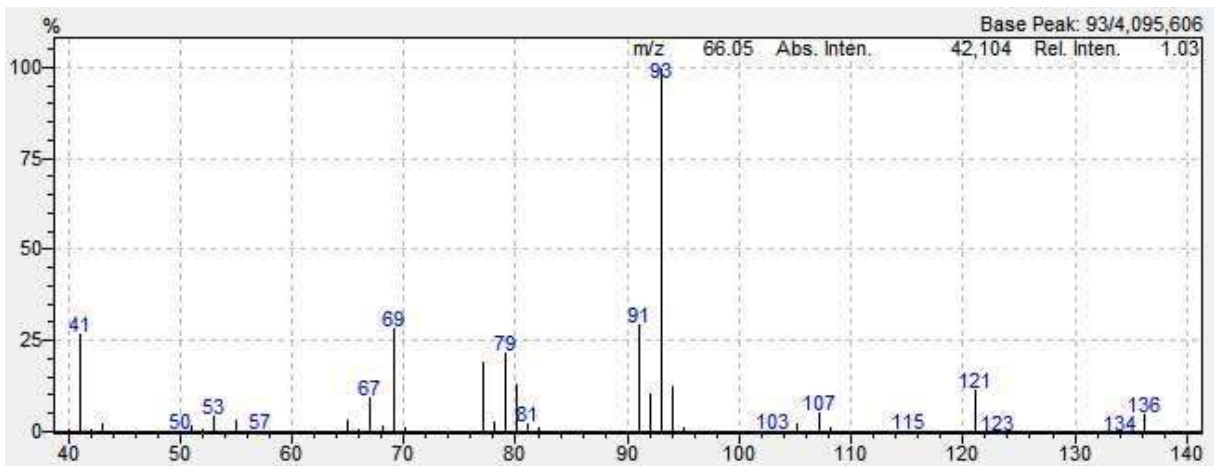
Figura 8 – Espectro de massas do β -pineno

RT: 7.04 AI: 974 KI: 979 Pinene < β ->
CAS#: 127-91-3 MF: C₁₀H₁₆ FW: 136 MSD LIB#: 305
CN: bicyclo(3.1.1)heptane, 6,6-dimethyl-2-methylene-
Synonyms: nopinene; tercbenthen; pseudopinene
Source: distillation of black pepper, RP Adams #5448; 59.90% *Ferula galbaniflua*,
J. Food Sci. 27:455(1962); 58.52% *Anomum villosum*; 55.10% *Myristica fragrans*



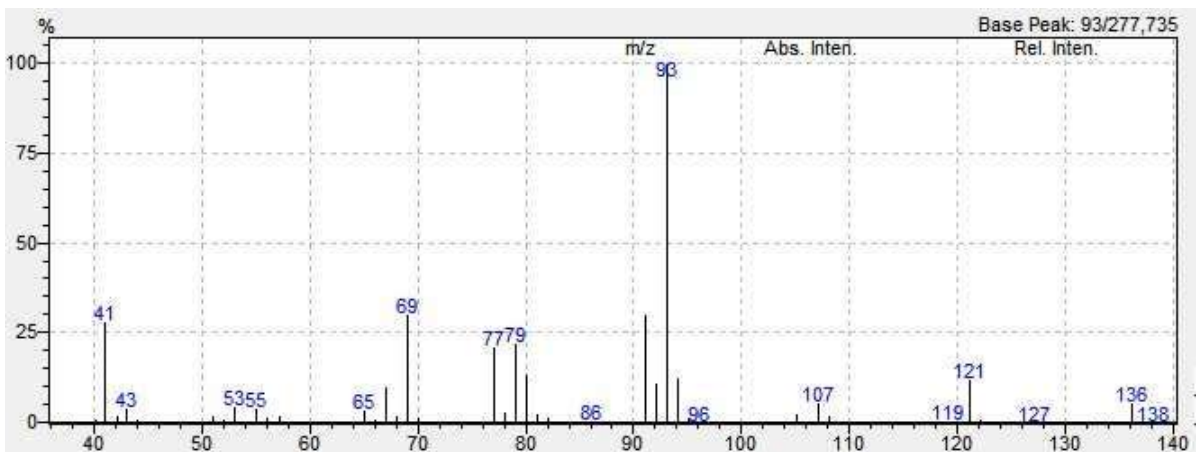
Fonte: Adams (2007).

Figura 9 – Espectro de massas do β -pineno referente à amostra de março



Fonte: Aatoria própria (2022).

Figura 10 – Espectro de massas do β -pineno referente à amostra de abril



Fonte: Autorial própria (2022).

Em relação ao α -pineno, a Figura 11 descreve o espectro de massas da literatura (ADAMS, 2007), sendo novamente possível relacionar este espectro, com os espectros de massas obtidos neste trabalho (Figura 12 amostra de março e Figura 13 amostra de abril), e determinar a identificação deste monoterpene, a partir das comparações realizadas.

Figura 11 – Espectro de massas do α -pineno

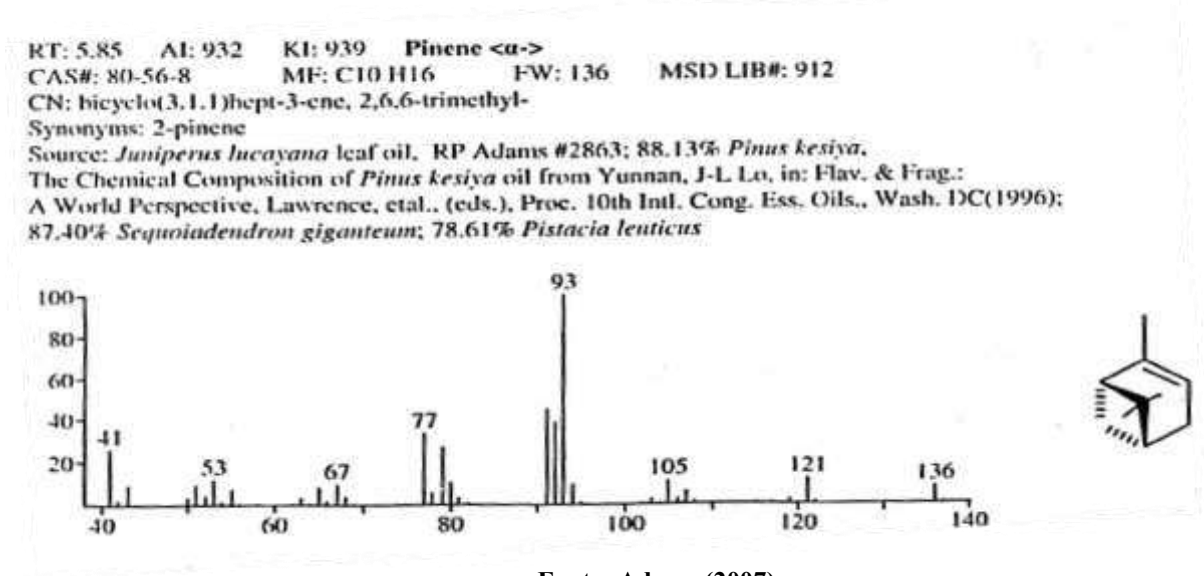


Figura 12 – Espectro de massas do α -pineno referente à amostra de março

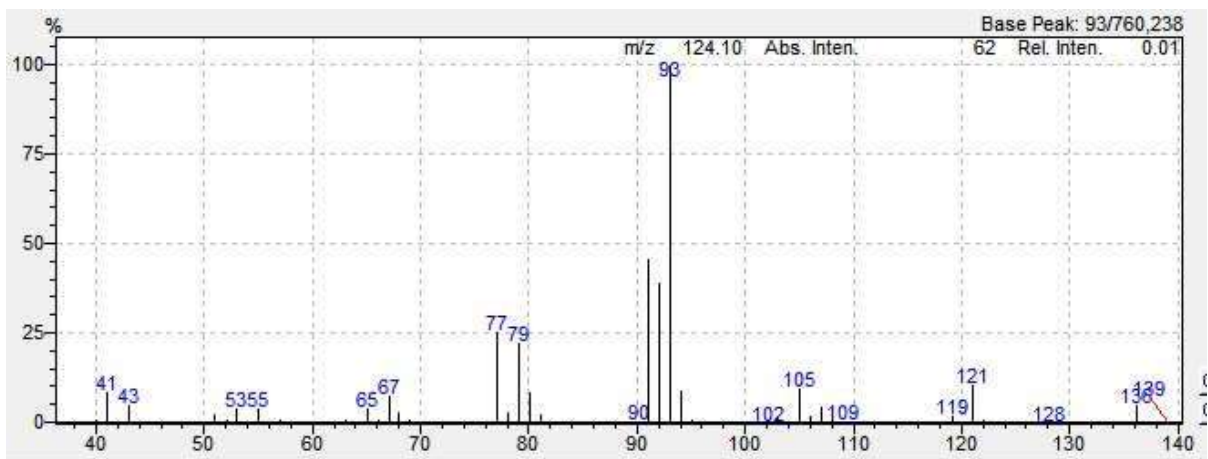
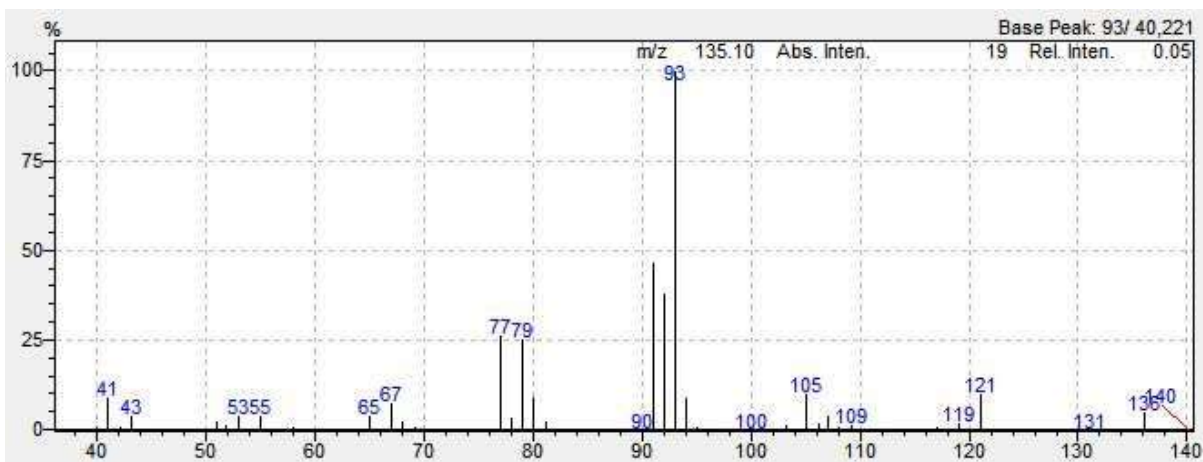


Figura 13 – Espectro de massas do α -pineno referente à amostra de abril

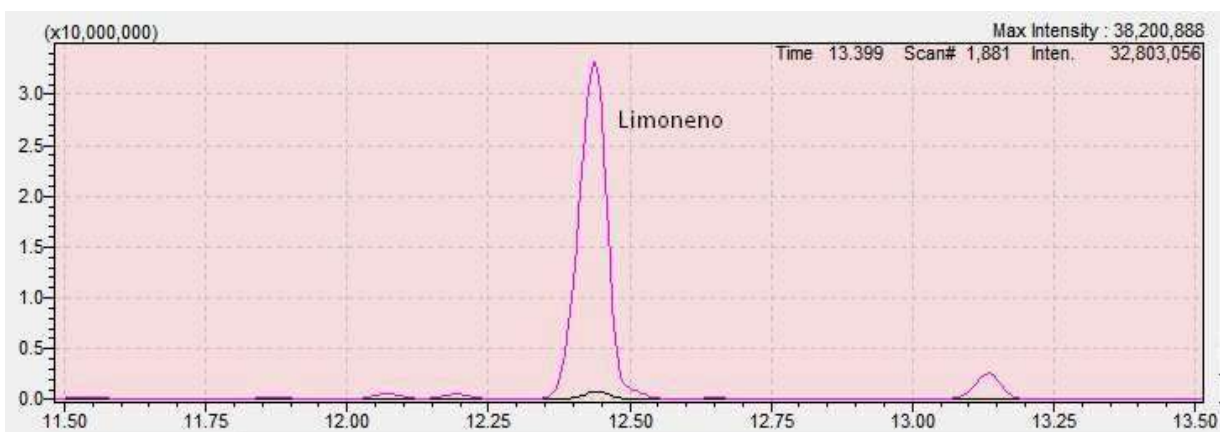


Fonte: Autoria própria (2022).

O limoneno, de forma semelhante, destaca-se. Ele foi identificado nas amostras de OE de *B. dracunculifolia* em todas as estações do ano (Apêndice A), porém, em agosto, apresentou a maior concentração (11,72%). No entanto, em abril, ele foi produzido em pequena quantidade, apenas 1,00% (Figura 14).

Além do mais, é possível verificar a partir de seu espectro de massas citado na literatura (ADAMS, 2007) (Figura 15), juntamente com os espectros realizados neste trabalho para as amostras dos meses de agosto (Figura 16) e abril (Figura 17), a ratificação da presença de tal composto no OE nos meses citados.

Figura 14 - Sobreposição do cromatograma referente ao limoneno

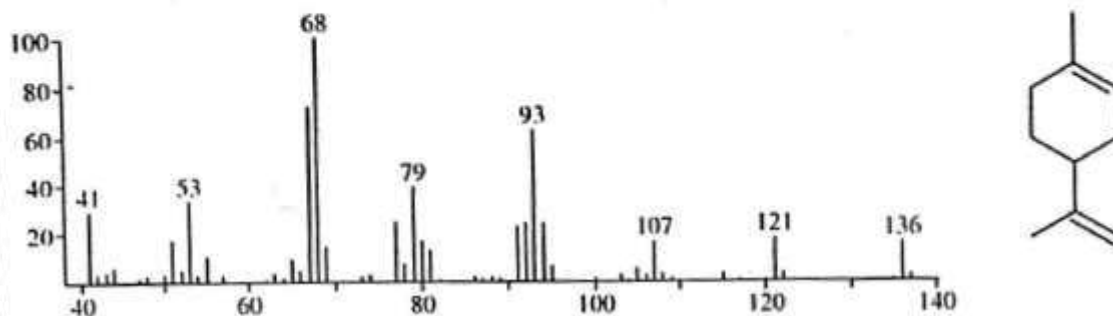


Cromatograma em preto: abril; cromatograma em rosa: agosto.

Fonte: Autoria própria (2022).

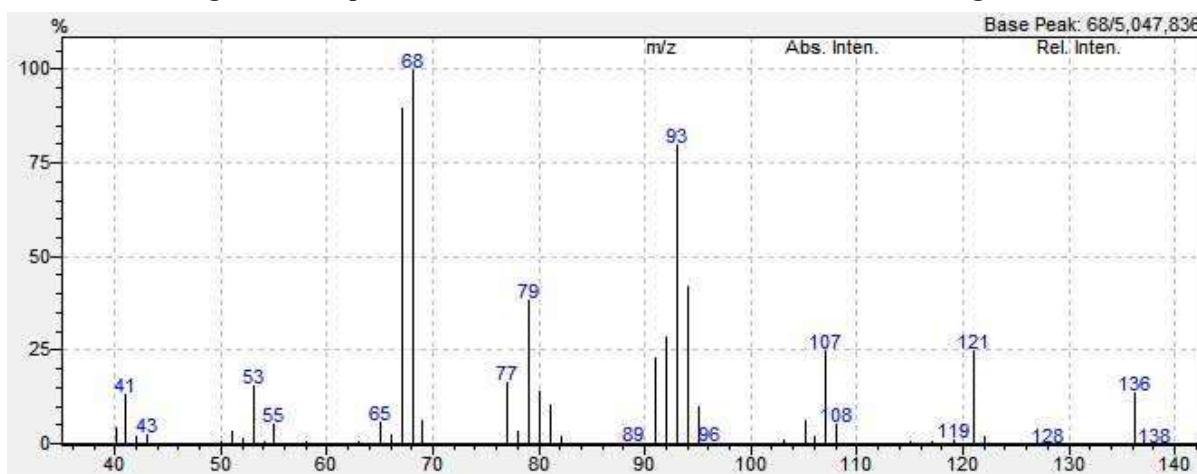
Figura 15 – Espectro de massas do limoneno

RT: 8.69 AI: 1024 KI: 1029 **Limonene**
 CAS#: 138-86-3 MF: C₁₀H₁₆ FW: 136 MSD LIB#: 164
 CN: methyl-4-(1-methylethenyl)cyclohexene <1->
 Synonyms: cajeputene; cinene; kautschin; nesol; p-mentha-1,8-diene; dipentene
 Source: distillation of sweet anis leaves, Calif., RP Adams #5452; 96.49% *Citrus sinensis*,
 Zhiwu, Xuchao, 30:623(1988); 96.41% *Citrus aurantium*; 95.00% *Citrus deliciosa*



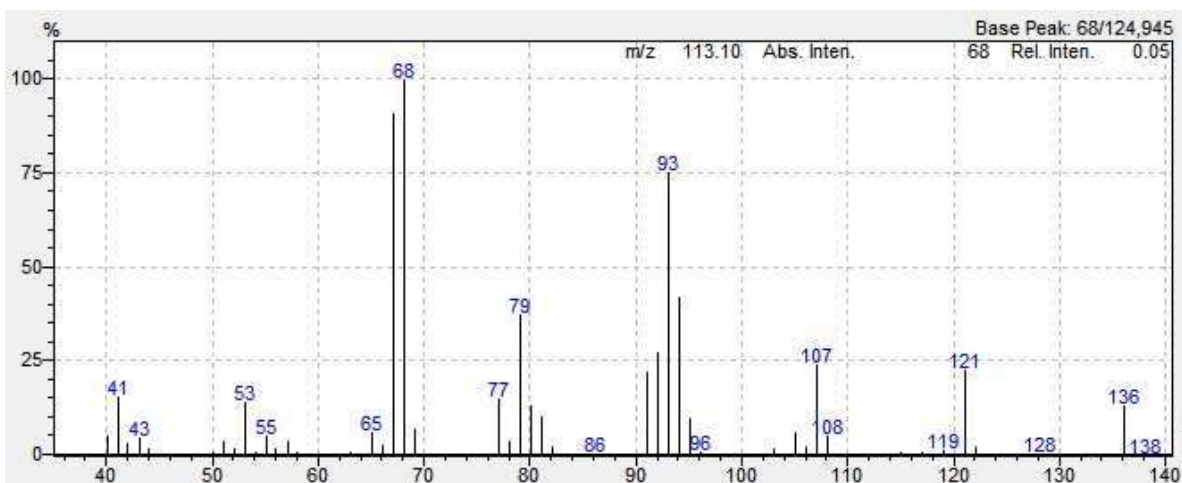
Fonte: Adams (2007).

Figura 16 – Espectro de massas do limoneno referente à amostra de agosto



Fonte: Autoria própria (2022).

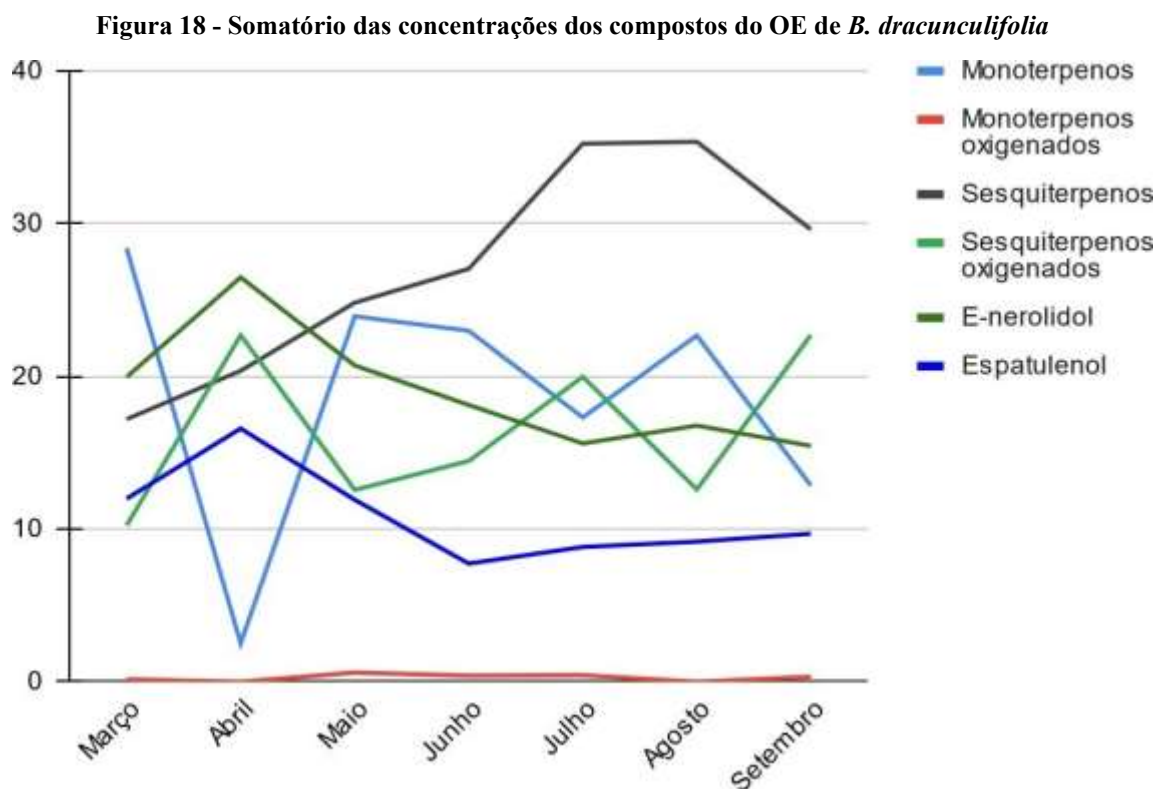
Figura 17 – Espectro de massas do limoneno referente à amostra de abril



Fonte: Autoria própria (2022).

Além do mais, pôde-se agrupar as concentrações dos monoterpenos, e fez-se a somatória das concentrações dos componentes. Esta somatória pôde ser ilustrada por uma linha referente ao grupo, num gráfico de linhas (Figura 18). O somatório dos compostos ao longo das estações são: março: 28,45%; abril: 2,52%; maio: 23,94%; junho: 22,99%; julho: 17,32%; agosto: 22,68% e setembro: 12,85%. Desse modo, verifica-se que há um decréscimo bem acentuado na concentração dos monoterpenos entre março e abril, e um aumento de abril a maio. Decrescendo novamente de junho a julho e voltando a aumentar em agosto.

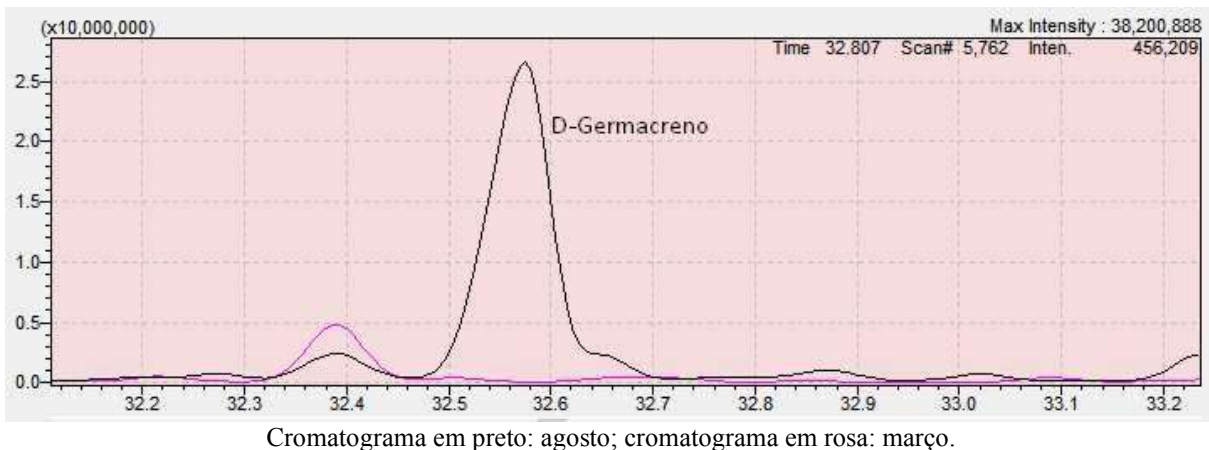
Ainda de acordo com o Apêndice A, foram identificadas alguns monoterpenos oxigenados. Porém, estes terpenos apresentaram apenas concentrações baixíssimas ao longo do ano. Como por exemplo o linalool, com os seguintes valores: março 0,16%, maio 0,15%, junho 0,14%, julho 0,19% e 0,11% em setembro. Porém, nos meses de abril e agosto, o linalool não foi produzido pela planta. Identificou-se também o α -terpineol, produzido somente nos meses de maio, junho, julho e setembro em pequena quantidade, apenas 0,26%, 0,26%, 0,24% e 0,22% respectivamente. Este grupo de terpenos pode ser melhor abordado na Figura 18. Na qual, ilustra as baixas variações e concentrações ao longo do ano de 2022.



Fonte: Autoria própria (2022).

Dentre os destaques no grupo dos sesquiterpenos identificados no OE, pode-se citar o (*E*)-cariofileno, que foi obtido nas quatro estações do ano (Apêndice A), porém, sua maior concentração foi em julho (6,43%), e a menor em abril (2,77%). O germacreno D, também esteve presente no OE durante as estações de 2022. No entanto, as quantidades deste composto variaram consideravelmente ao longo dos meses. Em março, por exemplo, a concentração obtida foi 0,08%, mas, em agosto esse valor é de cerca de 10,07% (Figura 19). Comparando os espectros de massas da literatura (ADAMS, 2007) (Figura 20), com os espectros obtidos nesta pesquisa para estes meses (Figura 21 para março e Figura 22 para agosto), observa-se a real presença do germacreno D no OE nesses períodos citados.

Figura 19 - Sobreposição do cromatograma referente ao germacreno D

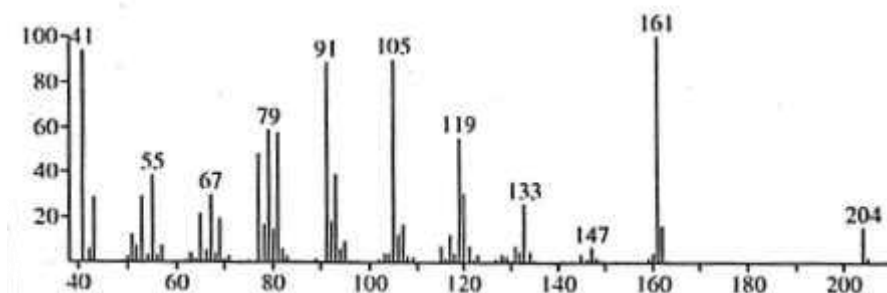


Cromatograma em preto: agosto; cromatograma em rosa: março.

Fonte: Autoria própria (2022).

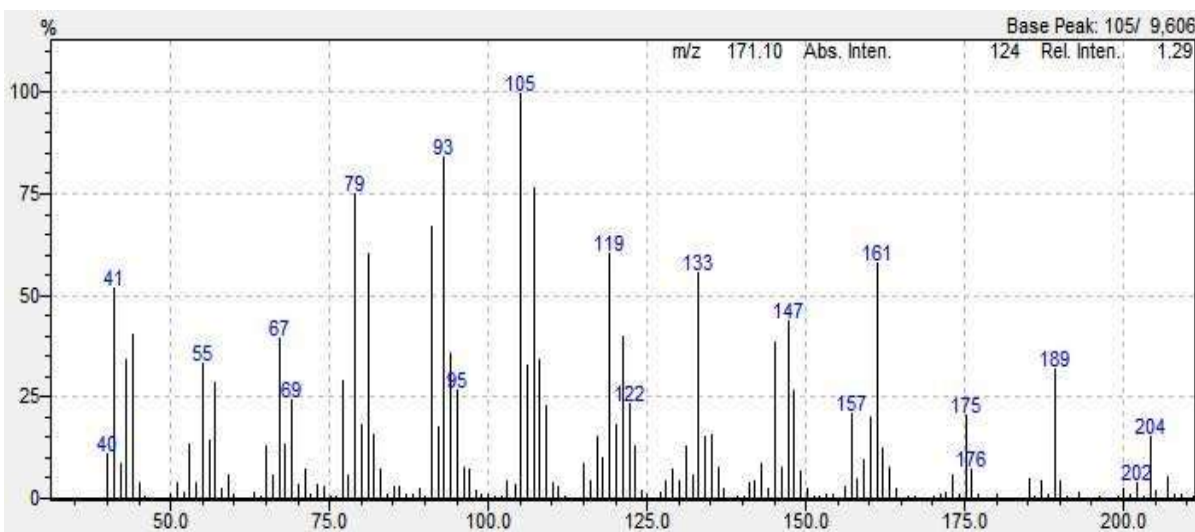
Figura 20 – Espectro de massas do germacreno D

RT: 28.15 AI: 1484 KI: 1485 Germacrene D
CAS#: 23986-74-5 MF: C₁₅H₂₄ FW: 204 MSD LIB#: 500
CN: 1,6-cyclodecadiene, 1-methyl-5-methylene-8-(1-methylethyl)-, (S)-(E,E)-
Synonyms: germacra-1(10),4(15),5-triene
Source: Cubeb oil ex E. von Rudloff; 81.00% *Carum carvi* (herb), FFJ 2:83(1987);
55.90% *Cinopodium vulgare*; 48.39% *Salvia sclarea*.



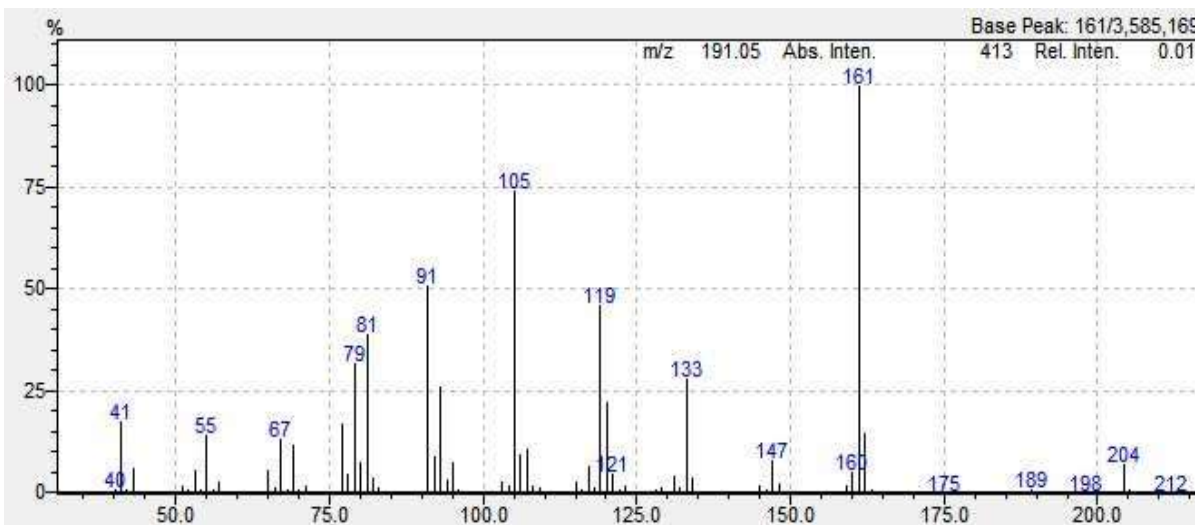
Fonte: Adams (2007).

Figura 21 – Espectro de massas do germacreno D referente à amostra de março



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 22 – Espectro de massas do germacreno D referente à amostra de agosto



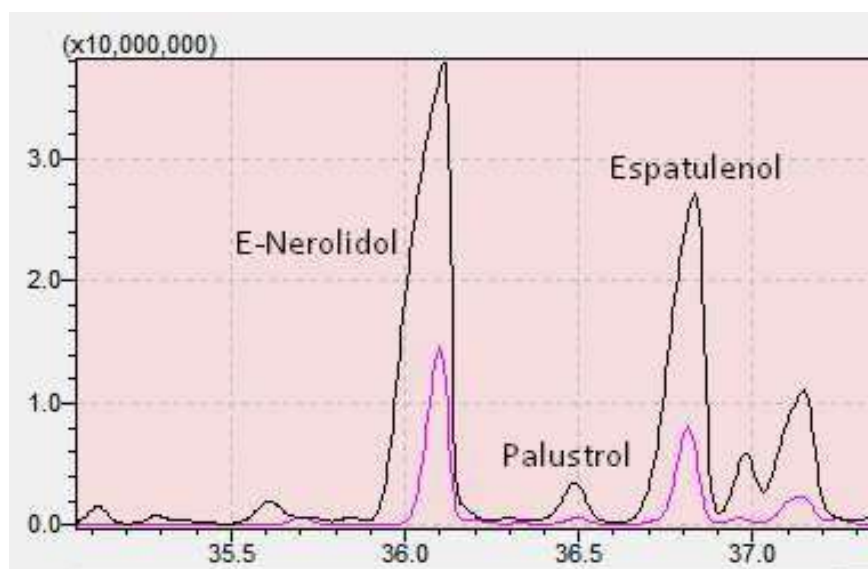
Fonte: Autoria própria (2022).

O biciclogermacreno, apresentou resultados mais constantes, como no outono e início de inverno, período no qual as concentrações se mantiveram entre 8,37% à 8,89% (Apêndice A). Verifica-se também que o somatório das concentrações dos sesquiterpenos foi de 17,2% em março, 20,37% em abril, 24,86% em maio, 27,05% no mês de junho, 35,25% em julho, e nos meses de agosto e setembro 35,37% e 29,63% respectivamente. Portanto, há uma tendência de crescimento da concentração do grupo de sesquiterpenos entre os meses de

março até julho, se mantendo constante até o mês de agosto, e um decréscimo na produção destes terpenos em setembro (Figura 18).

Já em relação aos sesquiterpenos oxigenados, alguns compostos merecem uma análise mais detalhada. Como os que foram determinados como majoritários no OE, o (*E*)-nerolidol e o espatulenol (apêndice A). Ambos possuem maiores concentrações no mês de abril, 26,49% e 16,59% respectivamente, logo, apresentam concentrações elevadas durante o início do outono, apesar de terem boas concentrações durante todas as estações. Este resultado está parcialmente de acordo com pesquisas anteriores sobre o (*E*)-nerolidol, ou seja, melhores concentrações no verão e boas no início do outono (Sousa, 2007), pois no verão a concentração obtida também foi satisfatória, cerca de 19,96%. No entanto, o mês que apresentou menores concentrações desse composto foi em setembro (15,45%) (Figura 23).

Figura 23 - Sobreposição do cromatograma referente ao (*E*)-nerolidol



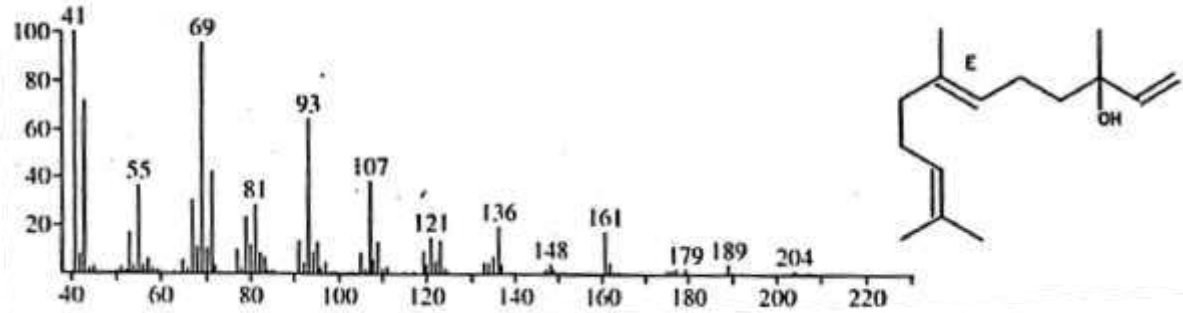
Cromatograma em preto: abril; cromatograma em rosa: setembro.

Fonte: Autoria própria (2022).

Todavia, observa-se a semelhança do espectro de massas do (*E*)-nerolidol descrito em Adams (2007) (Figura 24), com os espectros das amostras de abril (Figura 25) e setembro (Figura 26), meses com maiores e menores concentração deste composto respectivamente. Determinando assim, a verossímil presença e também identificação do (*E*)-nerolidol no OE analisado.

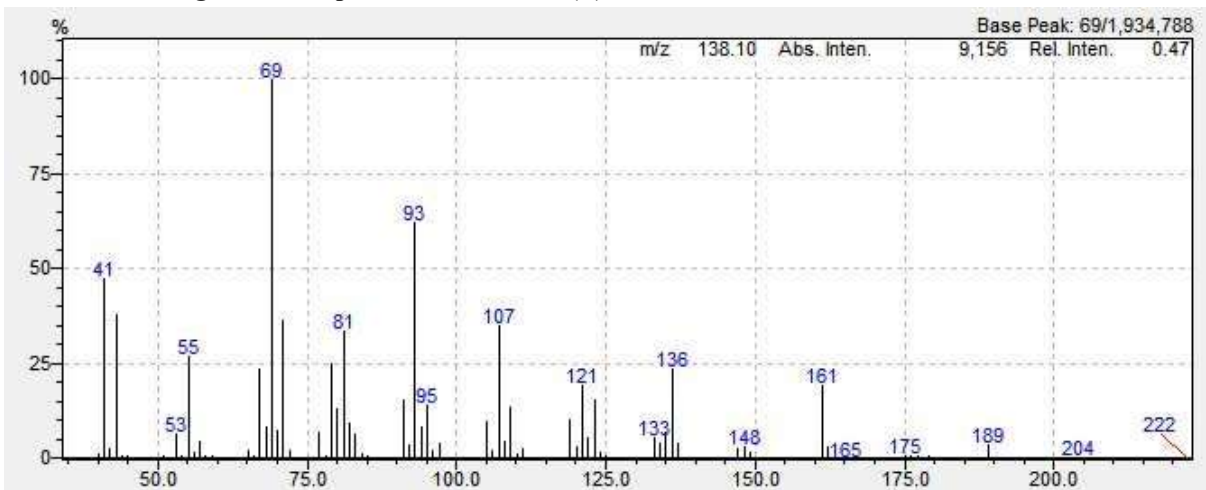
Figura 24 – Espectro de massas do (*E*)-nerolidol

RT: 31.32 AI: 1561 KI: 1563 Nerolidol <(E)->
 CAS#: 40716-66-3 MF: C15 H26 O FW: 222 MSD LIB#: 1141
 CN: 1,6,10-dodecatrien-3-ol, 3,7,11-trimethyl-, (E)-
 Synonyms: none
 Source: ref. cpd. ex Robert Doss, USDA: 85.00% *Myrocarpus frondosus*,
 p. 891. in: Flav. & Frag.: A World Persp., Lawrence, et al., Elsevier, Amsterdam(1986);
 81.50% *Zanthoxylum gardneri*; 58.00% *Cymbidium goeringii* (flower headspace)



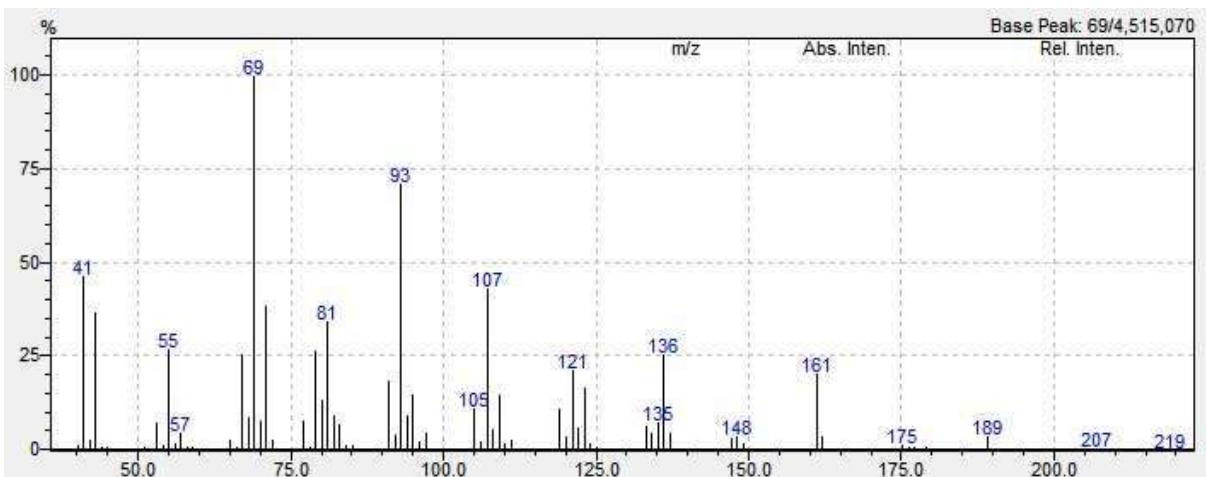
Fonte: Adams (2007).

Figura 25 – Espectro de massas do (E)-nerolidol referente à amostra de abril



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 26 – Espectro de massas do (E)-nerolidol referente à amostra de setembro



Fonte: Autoria própria (2022).

Ainda, observa-se que para o espatulenol, a mesma relação pode ser feita. Ao se comparar o espectro abordado por Adams (2007) (Figura 27), com os espectros obtidos deste composto, para os meses de abril (Figura 28) e setembro (Figura 29), determinou-se a real identificação e presença do espatulenol nos períodos analisados.

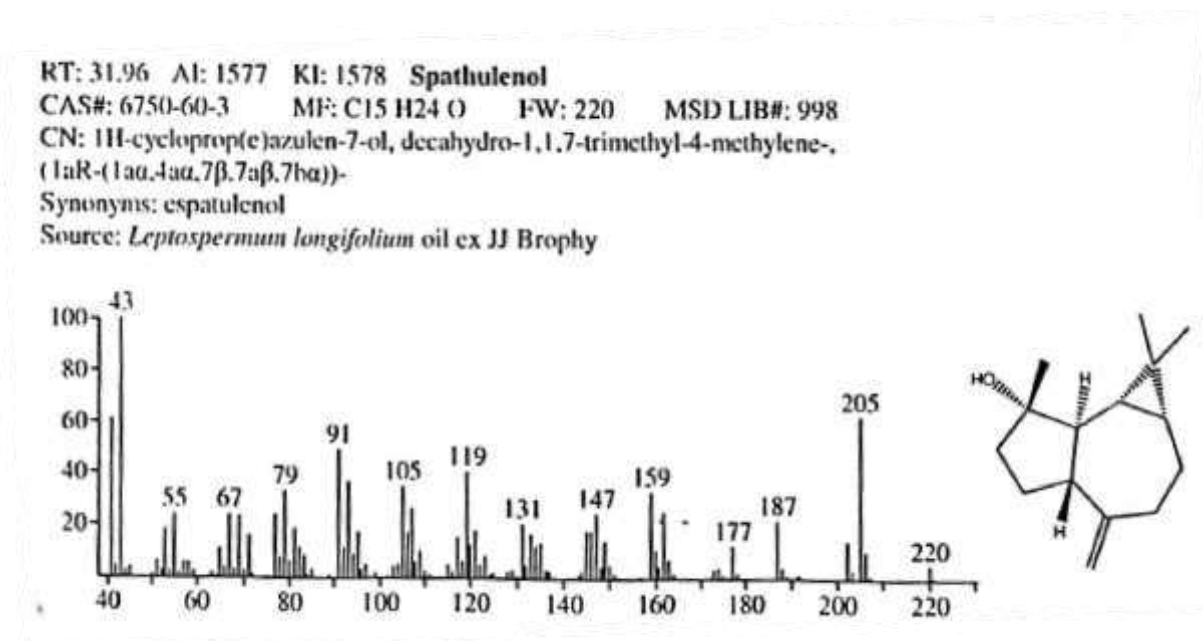


Figura 28 – Espectro de massas do espatulenol referente à amostra de abril

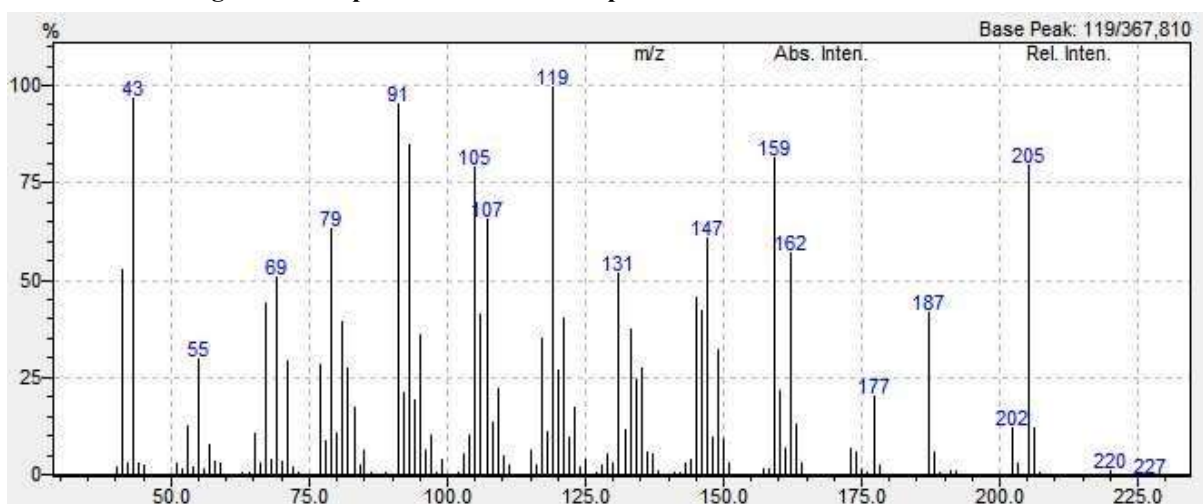
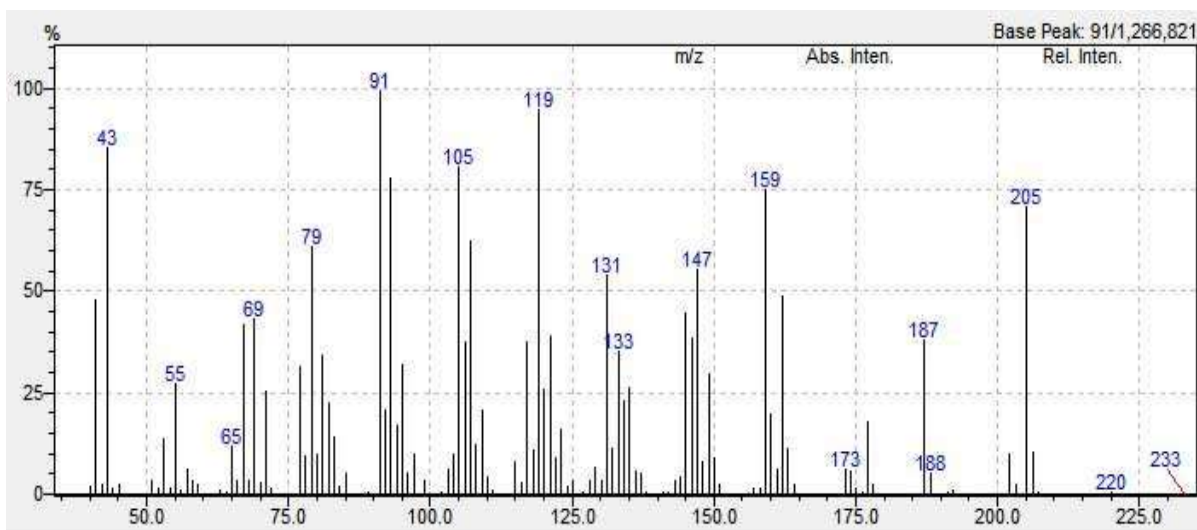


Figura 29 – Espectro de massas do espatulenol referente à amostra de setembro



Fonte: Autoria própria (2022).

Além do mais, de acordo com a literatura, a floração ocorre entre maio e julho, e o rendimento de voláteis nesses meses é menor, pois nesse período a planta direciona seu metabolismo para se reproduzir (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003; SOUSA *et al.*, 2011 a). Na Figura 18, observa-se que há um decréscimo na concentração do (*E*)-nerolidol e do espatulenol entre abril e junho, e julho para (*E*)-nerolidol, logo, pode-se relacionar este resultado à floração. No entanto, a Figura 30 ilustra, que o início da floração da planta analisada ocorreu em abril, o que ratifica o fato de haver um decréscimo dos componentes majoritários, a partir deste mês (Figura 18).

Figura 30- Planta *B. dracunculifolia* coletada em abril de 2022 em Pato Branco-PR



Fonte: Autoria própria (2022).

Pode-se observar ainda, que outros compostos como globulol, tiveram valores de concentração relevantes (Apêndice A), por exemplo 6,44% em abril, no entanto, este composto não foi identificado em outros meses como em março e agosto. Já o viridiflorol permaneceu com concentrações que tiveram uma similaridade durante as estações do ano. O somatório para os sesquiterpenos oxigenados, exceto o (*E*)-nerolidol e espatulenol, foi de: março 10,25%, abril 22,7%, maio 12,57%, junho 14,46%, julho 19,98%, agosto 12,6 %, setembro 22,71%. Assim, uma linha também foi produzida para o grupo na Figura 18. Deste modo, verifica-se três picos de melhores concentração nos meses de abril, julho e setembro, e três pontos em que as concentrações para os sesquiterpenos oxigenados foram menores: em março, maio e agosto.

Nota-se que alguns compostos não terpênicos também foram identificados no OE (Apêndice A), durante alguns meses como março, maio, junho e setembro. Estes compostos são o acetofenona, citronelato de metila e o metileugenol, porém, nenhum deles apresentou concentrações acima de 0,15%.


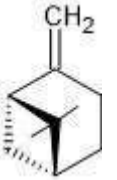
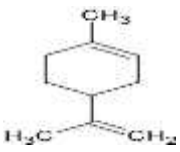
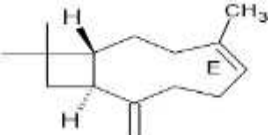
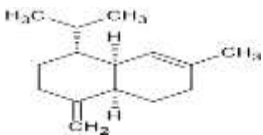
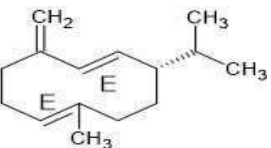
Por fim, com os dados do Apêndice A, pôde-se calcular as médias das concentrações dos terpenos identificados no presente trabalho, estas são: monoterpenos: 18,67%; monoterpenos oxigenados: 0,27%, sesquiterpenos: 27,10% e sesquiterpenos oxigenados: 46,34%. Desses 46,34%, 19,02% correspondem ao (*E*)-nerolidol e 10,85% ao espatulenol. Sousa *et al.* (2011a) citam valores de concentrações calculados anteriormente para o OE de *B. dracunculifolia*. Os valores apresentados foram: sesquiterpenos oxigenados: 49,61%; sesquiterpenos: 11,83%; sesquiterpenos oxigenados minoritários: 7,59% e monoterpenos: 0,97%. Observa-se que a concentração de sesquiterpenos oxigenados obtida no presente trabalho se assemelha a da literatura.

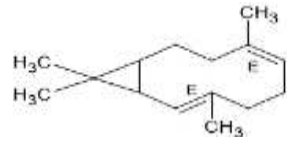
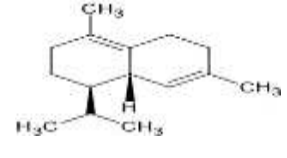
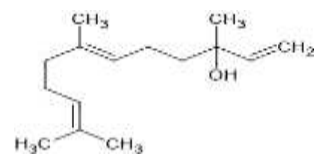
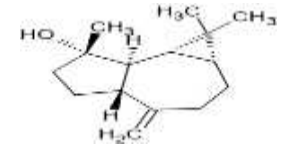
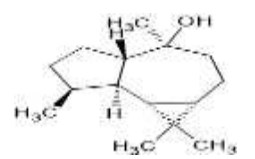
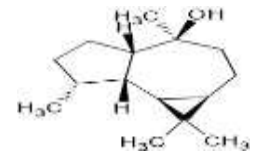
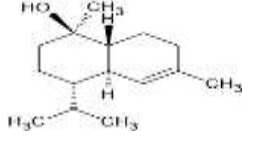
O Quadro 2 lista os componentes com concentrações maiores que 2,5%, portanto, os componentes majoritários do OE de *B. dracunculifolia*, e suas respectivas estruturas químicas. Podendo-se então, avaliar em qual época do ano, um determinado composto de interesse será produzido pela planta em maiores concentrações.

Destacam-se o β -Pinenol, com concentração de 17,53% em março, o limoneno obtido na concentração de 11,72% em agosto, e os componentes predominantes na planta, *E*-nerolidol e espatulenol, ambos, sendo produzidos em maior quantidade em abril (26,49% e 16,59%). Portanto, para obtenção de um OE rico em limoneno, por exemplo, deve-se coletar e realizar o processo de obtenção por HD, no mês de agosto. De modo semelhante, para os demais, deve-se considerar o mês em que se obteve maior concentração do componente

desejado. Dessa forma, pode-se otimizar a coleta e obtenção do OE de *B. dracunculifolia*, visando este ou aquele componente em maior concentração.

Quadro 2 - Compostos majoritários do OE de *B. dracunculifolia*

Composto	Maior concentração obtida (%)	Mês com maior concentração obtida	Estrutura química
α -Pineno	3,78	agosto	
β -Pineno	17,53	março	
Limoneno	11,72	agosto	
E-Cariofileno	6,43	julho	
γ -Muuroleno	3,08	março	
D-Germacreno	10,07	agosto	

Biciclogermacreno	11,19	agosto	
δ -Cadineno	4,3	setembro	
E-Nerolidol	26,49	abril	
Espatuleno	16,59	abril	
Globulol	6,44	abril	
Viridiflorol	5,22	julho	
α -Cadinol	4,31	setembro	

Fonte: Autoria própria (2022).

5.2 Composição química por arraste à vapor e hidrodestilação e usos na Indústria

Tabela 1 - Composição química do OE de *B. dracunculifolia*, obtido durante as estações do ano de 2022 via arraste à vapor e hidrodestilação

Composto	Verão		Outono		Inverno		Primavera	
	HD mar	AV mar	HD abr	AV abr	HD jun	AV jun	HD set	AV set
α -Pineno	2,72	-	0,21	0,31	3,61	0,31	2,28	7,63
β -Pineno	17,53	-	1,31	1,53	8,37	1,84	3,56	28,21
Limoneno	5,9	1,25	1,00	2,44	8,67	0,72	5,48	19,23
α -Cadinol	2,37	-	3,37	2,79	3,63	4,49	4,31	-
<i>E</i> -Cadina-1(6),4-dieno	-	-	-	6,65	-	-	0,18	-
<i>E</i> -Cariofileno	2,86	2,75	2,77	4,33	4,3	2,69	5,67	-
Biciclogermacreno	6,46	6,22	8,37	10,33	8,89	-	6,76	-
(<i>E</i>)-nerolidol	19,96	22,06	26,49	14,99	18,13	16,52	15,45	-
Espatulol	11,99	22,32	16,59	17,56	7,74	20,95	9,7	-
Globulol	-	3,84	6,44	3,47	1,25	7,98	3,52	-
Germacreno D	0,08	-	3,25	-	6,26	7	4,97	-
Germacra-4(15),5,10(14)- trien-1- α -ol	1,1	2,96	2,4	2,25	1,35	-	1,37	-
g-Muuroleno	3,08	3,76	-	-	-	-	0,95	-

HD: hidrodestilação; AV: arraste à vapor; mar: março; abr: abril; jun: junho; set: setembro.

Fonte: Autoria própria (2022)

Na Tabela 1, foram listados os componentes identificados no OE de *B. dracunculifolia* com concentrações superiores a 2,5%, obtido em cada estação do ano, tanto por hidrodestilação (HD) quanto por arraste à vapor (AV) (PASQUALI, 2022). Ressalta-se que foram utilizados dois métodos de obtenção do óleo essencial, tendo como material vegetal a mesma espécie de planta, coletada no mesmo local e durante o mesmo período do ano, dessa forma, foi possível relacionar os parâmetros e resultados obtidos por ambos os métodos utilizados. Assim, pôde-se observar as concentrações de cada componente identificado, do OE obtido por processo similar ao utilizado industrialmente, o arraste à vapor, e as concentrações fornecidas pelo método de hidrodestilação.

Além do mais, alguns destes compostos possuem elevado interesse industrial, sendo possível identificar na Tabela 1, em qual estação do ano os componentes apresentam maiores e menores concentrações, indicando qual a melhor época para coleta, e qual o melhor método para obtenção do óleo essencial rico da substância de interesse, que poderá ser utilizada como matéria-prima na indústria.

Dentre as substâncias de interesse da indústria, pode-se citar o α -pineno, utilizado como odorizante em produtos de limpeza e como repelente de insetos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2022). Esse terpeno, apresentou concentração de 7,63% no mês de setembro por AV, sendo, portanto, o melhor mês para obtenção e coleta de OE. No entanto, no outono, ele foi identificado na concentração de apenas 0,21% via HD, demonstrando ser a pior época para coleta. Já o β -pineno, industrialmente utilizado como fragrância em produtos de cuidado pessoal, como odorizante de veículos e em produtos de limpeza domésticos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2022), foi identificado na concentração mais alta, em setembro por AV, cerca de 28,21% e menor produção no outono, 1,31% via HD, além de que não foi identificado por AV no mês de março. Em relação ao limoneno, observou-se que foi obtido durante todo o ano, mas com concentrações mais significativas em setembro, 19,23% por AV. Esse composto é amplamente utilizado na indústria em produtos de limpeza diversos e em produtos de cuidado corporal como desodorante, perfumes, pasta de dente, shampoos entre outros usos (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2022).

Porém, a sua menor produção foi observada no inverno, com apenas 0,72% por AV, demonstrando não ser a época ideal para a coleta da planta se o objetivo for OE rico em limoneno. O (*E*)-nerolidol, também é muito visado, principalmente na indústria de cosméticos como perfume, e na indústria de alimentos como flavorizante (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2022). Ainda, verificou-se que esse composto apresenta-se em boas concentrações ao longo das estações, todavia, ele foi obtido em maiores quantidades pelo método de HD no início do outono, 26,49%, e no verão com cerca de 22,06% via AV. Este resultado está parcialmente de acordo com pesquisas anteriores sobre tal composto, ou seja, as boas concentrações no verão e início do outono (SOUSA, 2007). Quanto ao espatulenol, percebeu-se que esta substância também esteve presente ao longo do ano no óleo essencial, com concentrações relevantes. Por exemplo, durante o mês de junho (inverno), apresentou uma concentração de 20,95% pelo método de AV e no verão pelo mesmo método, com 22,32%. O uso do espatulenol na indústria ainda não é amplamente difundido, entretanto, há numerosas pesquisas e patentes em diversas áreas do conhecimento envolvendo esta substância (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2022).

5.3 Rendimentos obtidos de OE ao longo do ano

Os rendimentos obtidos ao longo do ano foram: março: 0,833%; abril: 0,639%; maio: 0,694%; junho: 0,500%; julho: 0,583%; agosto: 0,500%; setembro e outubro respectivamente: 0,722% e 0,583%. Portanto, para o cálculo de rendimento, a obtenção do OE de outubro foi considerada. A Figura 31 ilustra as amostras de OEs obtidos em 2022, e observa-se a variação na quantidade de OE obtido ao longo dos meses. Esses valores, podem ser relacionados com os dados apresentados por Sousa *et al* (2011a) na Figura 2, com os descritos na Figura 32.

Em ambas pesquisas, verifica-se que os valores mais elevados do rendimento de OE foram obtidos no verão, em especial em março (0,390% e 0,833%), com um decréscimo médio até o inverno. Além do mais, os meses de maio, junho e julho, correspondem a floração, período no qual a planta direciona o seu metabolismo para a reprodução, gerando uma menor produção de OE (ESPÍRITO-SANTO *et al.*, 2003; SOUSA *et al.*, 2011 a). Porém, como já citado, a floração na planta analisada, ocorre a partir de abril. Pois, por esse motivo provavelmente, se deve o decréscimo de rendimento nesse mês. Entretanto, o menor rendimento para os autores anteriormente citados, é durante o mês de julho com 0,080%, e neste trabalho, os menores valores foram obtidos em junho e em agosto, ambos com rendimento de 0,500%.

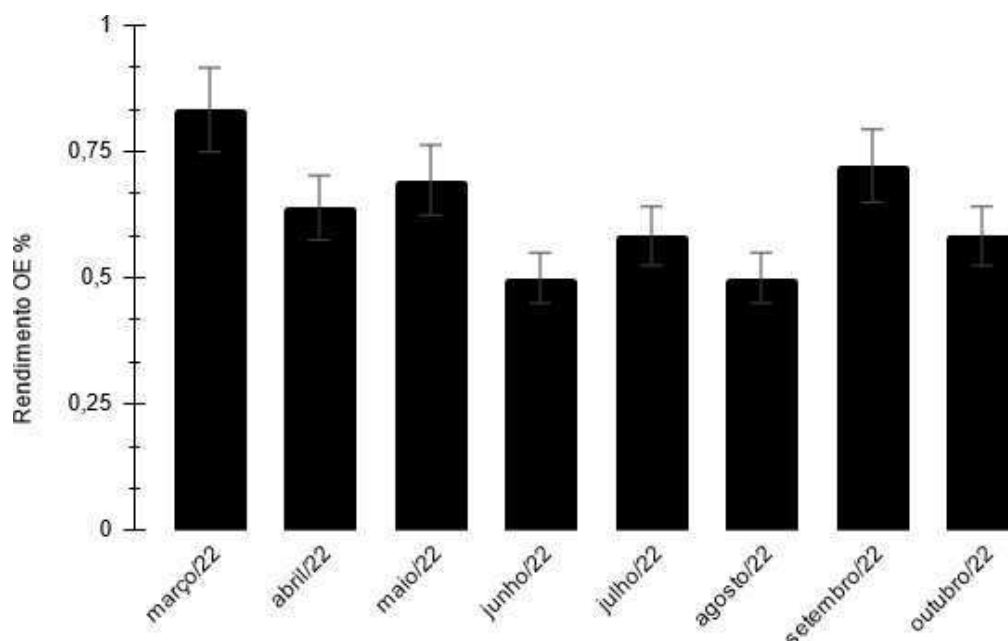
Figura 31 - Óleos essenciais obtidos de *B. dracunculifolia* ao longo do ano, por hidrodestilação



Fonte: Autoria própria (2022).

Logo após, nas Figuras, observa-se que há uma concordância de aumento nos rendimentos em setembro, época em que a primavera se inicia e o rendimento tende a aumentar. Porém, há novamente uma discordância de resultados no mês de outubro, já que na presente pesquisa houve uma diminuição no rendimento, todavia, na pesquisa de Sousa *et al* (2011a), há um aumento.

Figura 32- Efeito da sazonalidade no óleo essencial de *B. dracunculifolia*, obtido por hidrodestilação, ao longo do ano



Fonte: Autoria própria (2022).

Tais desigualdades de resultados, podem ser causadas pelos fatores que influenciam a composição do OE, tais como: a sazonalidade, observada neste trabalho, a disponibilidade hídrica, temperatura, nutrientes, ciclo circadiano, altitude, fitopatógenos entre vários outros (GOBBO-NETO; LOPES, 2007). A Figura 33, ilustra alguns dados mais recentes do clima de Pato Branco, e percebe-se que os meses de junho e agosto, possuem as temperaturas médias, máximas e mínimas similares, obtendo-se 14,3°C de temperatura média em junho, e 15,5°C em agosto.

Figura 33 - Dados climatológicos para Pato Branco-PR.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	22.2	22	21.1	19	15.4	14.3	13.7	15.5	17.4	19.5	20.3	21.7
Temperatura mínima (°C)	18.4	18.3	17.2	15	11.6	10.4	9.6	10.7	12.7	15.3	15.9	17.6
Temperatura máxima (°C)	26.5	26.3	25.6	23.8	19.9	19	18.9	21.2	22.8	24.4	24.9	26.2
Chuva (mm)	187	171	154	132	145	151	130	104	188	219	165	185
Umidade(%)	79%	80%	79%	78%	79%	81%	79%	74%	73%	76%	75%	78%
Dias chuvosos (d)	15	14	12	8	8	7	7	6	8	11	11	13
Horas de sol (h)	8.8	8.4	8.2	7.8	6.6	6.7	7.5	8.2	8.3	8.4	9.0	9.1

Data: 1991 - 2021 Temperatura mínima (°C), Temperatura máxima (°C), Chuva (mm), Umidade, Dias chuvosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fonte: Clima Data (2022).

Além de que, o parâmetro dias de chuvas, também é semelhante, 7 dias em junho e 6 em agosto. Pode-se relacionar esses dados climatológicos, com os menores rendimentos obtidos em ambos os meses (apenas 0,500%). No entanto, deve-se realizar pesquisas futuras para comprovar a relação desses fatores com o rendimento do OE. Este compilado de fatores, podem ser os responsáveis por resultados tão diferentes tanto na dimensão dos valores, levando em consideração que os presentes rendimentos são bem mais elevados que os descritos por Sousa *et al* (2011a). Quanto nas tendências, que não foram congruentes, pois, a quantidade e até mesmo a natureza dos constituintes têm variação (GOBBO-NETO; LOPES, 2007), como foi apresentado na variada composição química identificada do OE, neste trabalho (Apêndice A).

6 CONCLUSÕES

O estudo do rendimento na obtenção do OE foi o foco principal deste trabalho, fazendo uma relação entre os rendimentos obtidos de OE ao longo das estações do ano e a composição química. O que possibilitou a verificação de que, na cidade de Pato Branco, a melhor época de coleta e obtenção de OE de *B. dracunculifolia* em 2022, foi durante o verão. Tais resultados são importantes também, em função do grande interesse industrial pelo OE de *B. dracunculifolia*. Os componentes do óleo essencial de *B. dracunculifolia* identificados nas amostras coletadas mensalmente e de forma sazonal se apresentaram condizentes com estudos anteriores, apresentando predominância de sesquiterpenos oxigenados. Os componentes (*E*)-nerolidol e espatulenol foram identificados como majoritários, em todas as amostras de OE, sendo que, ambos nos meses de abril, apresentaram maiores concentrações (26,49% e 16,59%).

Portanto, este trabalho por meio de estudo sazonal, de cálculo do rendimento de OE obtido por hidrodestilação, e bem como da determinação dos componentes químicos das amostras de OE, fornece informações importantes no sentido de otimizar a época de coleta do material vegetal, levando em conta, as concentrações dos componentes de interesse.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou a observação das diferenças de rendimento e de composição química de OE de *B. dracunculifolia*, quando coletada a planta em diferentes épocas do ano. As amostras de OE se apresentaram diferentes, tanto em termos de composição química, quanto de concentração desses componentes.

Mas é importante ressaltar, que este trabalho possibilitou outras observações também relevantes, como por exemplo, a presença de alguns terpenos que foram identificados em concentrações bem diferentes entre si, como por exemplo, a tendência de decréscimo de concentração dos monoterpenos, enquanto há o crescimento das concentrações dos sesquiterpenos durante o mesmo período do ano (Figura 18), podendo gerar estudo futuro sobre a biossíntese desses metabólitos. Outro exemplo, a verificação de que, além do rendimento em termos de quantidade de OE, há necessidade de se avaliar qual é o componente ou componentes de interesse, na obtenção do OE, uma vez que, esses componentes apresentam diferentes concentrações (e muitas vezes diferenças significativas), quando o material vegetal é coletado em diferentes épocas do ano. Além do mais, outros fatores como diferentes métodos de obtenção, disponibilidade hídrica, temperatura entre outros, demonstraram influenciar na quantidade e até mesmo na natureza dos componentes.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R.P. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. 4^a ed. Allured Pub Corp, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**. 5. ed. Brasília: Editora Fiocruz, 2010. 546 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/farmacopeia_volume-1_2010.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

A LAVOURA. Rio de Janeiro: Sociedade Nacional da Agricultura, n. 699, 11 maio. 2013. Disponível em: https://issuu.com/sociedadenedacionaldeagricultura/docs/a_lavoura_699. Acesso em: 10 nov. 2022.

ARAÚJO, H; IRIS, A. **Análise Instrumental: Uma Abordagem Prática**. 1. ed. São Paulo: Ltc, 2021. 400 p.

ARRUDA, D. C. *et al.* Antileishmanial Activity of the Terpene Nerolidol. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 49, n. 5, p. 1679-1687, 2005.

BARREIRO, E. J; BOLZANI, V. Silva. Biodiversidade: fonte potencial para a descoberta de fármacos. **Química Nova**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 679-688, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000300012>.

BASTOS, E. *et al.* Interaction between *Apis mellifera* L. and *Baccharis dracunculifolia* DC, that favours green propolis production in Minas Gerais. **Brazilian Journal of Biology**, Belo Horizonte, v. 71, n. 3, p. 727-734, ago. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-69842011000400018>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/bjb/a/b4tXmhRVGXHM9Pqkd66TX6d/?lang=en>. Acesso em: 22 jun. 2022.

BIZZO, H. R; HOVELL, A. M. C; REZENDE, C. M. Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. **Química Nova**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 588-594, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000300005>.

BIESKI, I. G. C. *et al.* Potencial econômico e terapêutico dos óleos essenciais mais utilizados no Brasil. *Revista Fitos*, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 125-137, 31 jan. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.32712/2446-4775.2022.1203>. Disponível em:

<https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/1203>. Acesso em: 22 jun. 2022.

BOHLMANN, J; KEELING, C. I. Terpenoid biomaterials. **The Plant Journal**. Vancouver, p. 1-14. 5 fev. 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-313X.2008.03449.x>. Acesso em: 20 maio 2022.

BRANDELLI, C. L. C.. **Plantas medicinais: histórico e conceitos**. Disponível em: <https://statics-submarino.b2w.io/sherlock/books/firstChapter/28283344.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

BUSTILLOS, O. V. A cromatografia a gás acoplada à espectrometria de massas – GC/MS. **Analytica**, São Paulo, v. 105, n. 18, p. 30-31, mar. 2020.

CASTRO, H. G. *et al.* Teor e composição do óleo essencial de cinco acessos de mentrasto. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 55-57, fev. 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422004000100011>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/N3hMj6pTZTJHQKY434XFgtd/?lang=pt>. Acesso em: 22 jun. 2022.

CLIMA DATA. **Clima de Pato Branco**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/parana/pato-branco-4106/#climate-table>. Acesso em: 01 dez. 2022.

DEWICK, P M. **Medicinal Natural Products: a biosynthetic approach**. Nottingham: John Wiley & Sons Ltd, 2002. *E-book*. Disponível em: <https://imtk.ui.ac.id/wp-content/uploads/2014/02/Medicinal-Natural-Products-KOBAL.pdf>. Acesso em: 22 mai.2022.

ESPIRITO-SANTO, M. M. *et al.* Sexual Differences in Reproductive Phenology and their Consequences for the Demography of *Baccharis dracunculifolia* (Asteraceae), a Dioecious Tropical Shrub. **Annals of Botany**, [S.L.], v. 91, n. 1, p. 13-19, 31 jan. 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg001>. Disponível em:

<https://academic.oup.com/aob/article/91/1/13/201860>. Acesso em: 22. jun. 2022.

EWING, G. W. **Métodos instrumentais de análise química, vol. 2**. São Paulo: Blucher, 2017. 230 p.

FARKAS, J.; MOHÁCSI-FARKAS, C. Safety of Food and Beverages: spices and seasonings. **Encyclopedia of Food Safety**, Budapest, v. 3, p. 324-330, jan. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-378612-8.00290-0>.

FELIPE, L. O; BICAS, J. L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 120-130, maio 2017. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160068>.

FERRONATTO, R. *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais produzidos por *Baccharis dracunculifolia* D.C. e *Baccharis uncinella* D.C. (Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 224-230, jun. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2007000200016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/LNJHHxfgBxPTvWTR64SRh3x/?lang=pt>. Acesso em: 22. jun. 2022.

FIGUEIREDO, A. C *et al.* Factors affecting secondary metabolite production in plants: volatile components and essential oils. **Flavour and Fragrance Journal**, [S.L.], v. 23, n. 4, p.213-226, jul. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1875>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.1875>. Acesso em: 22. jun. 2022.

FONSECA, M.C.M. *et al.* Potencial de óleos essenciais de plantas medicinais no controle de fitopatógenos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 45-50, mar. 2015. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/12_170. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbpm/a/qxYhxnJbzSxy4jDXn88B8cc/?lang=pt>. Acesso em: 22. jun. 2022.

FRIZZO, D. *et al.* Essential oil variability in *Baccharis uncinella* DC and *Baccharis dracunculifolia* DC growing wild in southern Brazil, Bolivia and Uruguay. **Flavour and Fragrance Journal**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 99-106, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.1862>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.1862>. Acesso em: 23. jun. 2022.

GAVAHIAN, M; FARAHNAKY, A. Ohmic-assisted hydrodistillation technology: a review. **Trends in Food Science & Technology**, [S.L.], v. 72, p. 153-161, fev. 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1V016/j.tifs.2017.12.014>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224417306118?via%3Dihub>. Acesso em: 23. jun. 2022.

GOBBO-NETO, L; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 374-381, abr. 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422007000200026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t/?lang=pt>. Acesso em: 23. jun. 2022.

GOMES, S P; FAVERO, S. Assessment of the Insecticidal Potential of *Eucalyptus urograndis* Essential Oil Against *Rhodnius neglectus* Lent (Hemiptera: reduviidae). **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 431-435, 15 jun. 2013. Springer Science and Business Media LLC. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s13744-013-0144-2>.

HAMMAMI, S *et al.* Chemical composition and antioxidant activity of essential oil from aerial parts of *Teucrium flavum* L. subsp. *flavum* growing spontaneously in Tunisia. **Natural**

Product Research, [S.L.], v. 29, n. 24, p. 2336-2340, 17 fev. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2015.1010162>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2015.1010162>. Acesso em: 23. jun. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9235:2021. Aromatic natural raw materials - Vocabulary**. International Organization for Standardization: Genebra, 2021.

LOAYZA, I. *et al.* Essential oils of *Baccharis salicifolia*, *B. latifolia* and *B. dracunculifolia*. **Phytochemistry**, [S.L.], v. 38, n. 2, p. 381-389, jan. 1995. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422\(94\)00628-7](http://dx.doi.org/10.1016/0031-9422(94)00628-7). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0031942294006287?via%3Dihub>. Acesso em: 23. jun. 2022.

MASANGO, P. **Towards Understanding Steam Distillation of Essential Oils by Differential Quantification of Principal Components Using Capillary Gas Chromatography**. 2001. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Filosofia, Química, The University Of Surrey, Surrey, 2001.

MCNAIR, M, H; MILLER, M, J. **Basic Gas Chromatography**. Nova Iorque: Jonh Wiley And Sons, 2002.

MINTEGUIAGA, M *et al.* *Baccharis dracunculifolia* DC. **Medicinal and Aromatic Plants of The World**, [S.L.], p. 85-105, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-62818-5_5. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-62818-5_5. Acesso em: 23. jun. 2022.

MOREIRA, H. J. C; BRAGANÇA, H. B. N. **Manuel de Identificação de Plantas Infestantes: Cultivos de Verão**. 2010. Elaborada pela EMBRAPA. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355291/12492345/Manual+de+Identifica%C3%A7%C3%A3o+de+Plantas+Infestantes+-+Cultivos+de+Ver%C3%A3o/2b542acc-89ef-4322-b495-188ca5b40564?version=1.0>. Acesso em: 15 jun. 2022.

OLIVEIRA, G. L. **Aromaterapia e Fitoterapia: abordagem técnica e científica**. Disponível em: https://ufsb.edu.br/prosis/images/editais/BAP_2020/Projeto_52.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

ONLINE BROWSING PLATFORM. **ISO 9235:2013(en) Aromatic natural raw materials**. 2013. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9235:ed-2:v1:en>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Quality Control Methods for Medicinal Plant Materials**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 1992. 88 p. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41986/9241545100.pdf;sequence=1>. Acesso em: 22 jun. 2022.

OWEN, S. M.; PEÑUELAS, J. Opportunistic emissions of volatile isoprenoids. **Trends In Plant Science**, [S.L.], v. 10, n. 9, p. 420-426, set. 2005.

PASQUALI, E. C. **Óleo essencial da parte aérea de *Baccharis dracunculifolia* – obtenção via arraste a vapor, caracterização química, atividade antimicrobiana e antioxidante**.

2022. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

PIES, G. **Tecnologia supercrítica aplicada à obtenção de extratos ricos em compostos fenólicos a partir de casca de jabuticaba plinia trunciflora (o. berg) kausel**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

PINTO, A. C. *et al.* Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 45-61, 2002. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=5277. Acesso em: 10. nov. 2022.

PRADO, J. M. *et al.* Conventional extraction. **Food Waste Recovery**, [S.L.], p. 127-148, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-12-800351-0.00006-7>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128003510000067?via%3Dihub>. Acesso em: 23. jun. 2022.

QUEIROGA, C. L.; FUKAI, A.; MARSAIOLI, A. J. Composition of the Essential Oil of Vassoura. **Journal of The Brazilian Chemical Society**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 105-109, 1990. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.19900023>. Disponível em: <http://static.sites.sbq.org.br/jbcs.sbq.org.br/pdf/v1n3-03.pdf>. Acesso em: 23. jun. 2022.

REVERCHON, E.; SENATORE, F. Isolation of rosemary oil: comparison between hydrodistillation and supercritical co2 extraction. **Flavour and Fragrance Journal**, Napoli, v. 7, n. 4, p. 227-230, ago. 1992. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ffj.2730070411>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ffj.2730070411>. Acesso em: 23. jun. 2022.

RIGOTTI, M. **Baccharis dracunculifolia D.C.: DIVERSIDADE GENÉTICA E QUÍMICA DE POPULAÇÕES**. 2011. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/133997/000858227.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 jun. 2022.

ROCHA, J. A *et al.* Analysis of reproductive development of *Baccharis dracunculifolia*. In: IX ENCONTRO DO TALENTO ESTUDANTIL DA EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA, 9., 2004, Brasília. **Anais: resumos dos trabalhos**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2004. p. 1-198. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CENARGEN/25049/1/tales2004.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2022.

RODRIGUES, A. C. *et al.* Repellent and insecticide activity of essential oil of *Baccharis dracunculifolia* d.c. on *Sitophilus zeamais* Mots., 1855. **Perspectiva**, Erechim, v. 43, n. 161, p. 123-130, mar. 2019. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/161_755.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

RODRIGUES, K. A. F. *et al.* Molluscicidal and larvicidal activities and essential oil composition of *Cymbopogon winterianus*. **Pharmaceutical Biology**, [S.L.], v. 51, n. 10, p. 1293-1297, 16 jul. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3109/13880209.2013.789536>.

ROZZA, A. Leite. *et al.* Gastroprotective mechanisms of Citrus lemon (Rutaceae) essential oil and its majority compounds limonene and β -pinene: involvement of heat-shock protein-70, vasoactive intestinal peptide, glutathione, sulfhydryl compounds, nitric oxide and

prostaglandin e2. **Chemico-Biological Interactions**, [S.L.], v. 189, n. 1-2, p. 82-89, jan. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cbi.2010.09.031>.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect-plant Biology**. 2. ed. Wageningen: Oxford University Press, 2005. Disponível em: <http://baloun.entu.cas.cz/~cizek/EkologieLesaPrednaska/InsectPlantInteractions/InsectPlantBiology.pdf>. Acesso em: 23 maio 2022.

SILVA, C. F. *et al.* Extraction of citronella (*Cymbopogon nardus*) essential oil using supercritical co₂: experimental data and mathematical modeling. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 343-350, jun. 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-66322011000200019>.

SILVA FILHO *et al.* In vitro antileishmanial, antiplasmodial and cytotoxic activities of phenolics and triterpenoids from *Baccharis dracunculifolia* D. C. (Asteraceae). **Fitoterapia**, [S.L.], v. 80, n. 8, p. 478-482, dez. 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fitote.2009.06.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367326X0900135X?via%3Dihub>. Acesso em: 23. jun. 2022.

SOUSA, J. P. B. **Influência da sazonalidade no perfil químico dos óleos essenciais e das substâncias fixas de *Baccharis dracunculifolia* cultivada, utilizando-se cromatografia em fase gasosa e líquida**. 2007. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60138/tde-31052007-104011/publico/2007_dissertacao_joao_paulo_barreto_de_sousa.pdf. Acesso em: 15 jun. 2022.

SOUSA, J. P. B. *et al.* Seasonal Variation of the (E)-Nerolidol and Other Volatile Compounds Within Ten Different Cultivated Populations of *Baccharis dracunculifolia* D.C. (Asteraceae). **Journal of Essential Oil Research**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 308-314, dez. 2011a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/10412905.2009.9700179>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10412905.2009.9700179>. Acesso em: 23. jun. 2022.

SOUSA, J.P.B. *et al.* Seasonality Role on the Phenolics from Cultivated *Baccharis dracunculifolia*. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, [S.L.], v. 2011, p. 1-8, 2011b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ecam/nep077>. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/ecam/2011/464289/>. Acesso em: 23. jun. 2022.

SPRING, O. Chemotaxonomy based on metabolites from glandular trichomes. **Advances in Botanical Research**, [S.L.], p. 153-174, 2000. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2296\(00\)31009-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0065-2296(00)31009-6). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065229600310096?via%3Dihub>. Acesso em: 23. jun. 2022.

TEIXEIRA, E. W. *et al.* Plant Origin of Green Propolis: bee behavior, plant anatomy and chemistry. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, Bethesda, v. 2, n. 1, p. 85-92, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/ecam/neh055>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1062148/>. Acesso em: 23 jun. 2022.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **CompTox Chemicals Dashboard**. 2022. Disponível em: <https://comptox.epa.gov/dashboard/>. Acesso em: 9 nov. 2022.

ULUKANLI, Z. *et al*[ST1] . Chemical Composition, Antibacterial and Insecticidal Activities of the Essential Oil from the Pistacia terebinthus L. Spp. Palaestina (Boiss.) (Anacardiaceae). **Journal of Food Processing and Preservation**, [S.L.], v. 38, n. 3, p. 815-822, 23 out. 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.12035>. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.12035>. Acesso em: 23. jun. 2022.

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

VIEGAS, J. C; BOLZANI, S. V; BARREIRO, J. E. Os produtos naturais e a químicamedicinal moderna. **Química Nova**, v. 29, n. 2, p. 326-337, abr. 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422006000200025>.

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B. dracunculifolia* coletadas ao longo do ano.

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL	OEV	OEO	OEI		OEP		(continua)
		mar	abr	mai	jun	jul	ago	
		IAC	IAC	IAC	IAC	IAC	IAC	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Hidrocarbonetos								
Monoterpenos								
α -Thujeno	924	925 0,28		926 0,2	926 0,15	926 0,14	926 0,18	926 0,22
α -Pineno	932	933 2,72	933 0,21	934 2,98	934 3,61	934 3,13	934 3,78	934 2,28
Sabineno	969	973 0,33		973 0,24	973 0,29	973 0,27	973 0,37	973 0,13
β -Pineno	974	979 17,53	978 1,31	980 10,98	980 8,37	979 4,87	979 4,51	980 3,56
Mirceno	988	989 1,16		989 0,96	989 1,16	989 1,1	989 1,35	989 0,73
δ -3-Careno	1008	1010 0,02		1011 0,02	1011 0,03			1011 0,02
α -Terpineno	1014	1018 0,06		1018 0,03	1018 0,05			1018 0,06
(<i>p</i>)-Cimeno	1020	1021 0,02						
(<i>o</i>)-Cimeno	1022	1025 0,19		1025 0,18	1025 0,1			1025 0,09
Limoneno	1024	1030 5,9	1030 1,00	1031 7,74	1030 8,67	1030 7,12	1030 11,72	1031 5,48
β -Felandreno	1025			1032 0,08				1032 0,07
Silvestreno	1025	1031 0,39						
(<i>Z</i>)- β -Ocimeno	1032			1035				1035

0,01

0,01



APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL	IAL								
		OEV		OEO		OEI		OEP		
Hidrocarbonetos										
Monoterpenos										
(E)- β -Ocimeno	1044									(continua)
γ -Terpineno	1054	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set		
Terpinoleno	1086	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	
		1046		1046	1046	1046	1045	1046		
		0,48		0,35	0,74	0,69	0,77	0,45		
p-Cimeno	1089	1058		1059	1059			1059		
		0,12		0,05	0,09			0,13		
Monoterpenos oxigenados		1086		1087	1087			1087		
		0,17		0,11	0,14			0,16		
				1				1091		
Linalool	1095			0,01				0,01		
		1102		1100	1100	1100		1100		
		0,16		0,15	0,14	0,19		0,11		
(E)-Pinocarveol	1135	1144		1143	1143			1143		
		0,02		0,02	0,03			0,02		
(E)-Verbenol	1140				1148					
					0,01					
Citronelal	1148				1152					
					0,01					
Pinocarvone	1160	1164		1164	1164			1164		
		0,01		0,02	0,01			0,02		
Terpinen-4-ol	1174	1183		1182	1182			1182		
		0,19		0,15	0,12			0,08		
				1197	1197	1196		1197		
α -Terpineol	1186			0,26	0,26	0,24		0,22		
Hidrocarbonetos										
Sesquiterpenos										
δ -Elemeno	1335	1333		1335	1334			1334		
		0,07		0,07	0,11			0,1		

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL	IAL							
		OEV		OEO		OEI		OEP	
Hidrocarbonetos									
Sesquiterpenos									
α -Cubebeno	1345								
α -Ylangeno	1373	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	(continua)
α -Copaeno	1374	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	
		1348		1350	1349			1349	
		0,04		0,05	0,07			0,13	
β -Bourboneno	1387	1371		1373	1372			1372	
		0,04		0,06	0,07			0,12	
		1377		1370	1378			1379	
β -Elemeno	1389	0,08		0,10	0,1			0,21	
		1385		1387	1387			1387	
		0,02		0,03	0,06			0,05	
α -Gurjuneno	1409	1391	1391	1392	1392	1391	1391	1391	
		0,21	0,38	0,31	0,44	0,78	0,86	0,69	
		1409		1411	1411			1411	
		0,06		0,08	0,14			0,35	
E-Cariofileno	1417	1421	1421	1424	1423	1423	1423	1424	
		2,86	2,77	3,87	4,3	6,43	5,5	5,67	
		1432		1433	1433			1433	
β -Copaeno	1430	0,05		0,06	0,11			0,16	
Aromadendreno	1439	1440	1441	1442	1442	1442	1442	1442	
		0,29	0,96	0,41	0,52	0,8	0,56	1,01	
6,9-Guaiadieno	1442			1449				1449	
				0,03				0,14	
(E)-Muuroala-3,5-dieno	1451	1451			1449			1452	
		0,08			0,05			0,07	
α -Humuleno	1452	1457	1457	1459	1459	1459	1458	1459	
		0,68	0,44	0,67	0,8	0,71	1,32	1,26	
(Z)-Muuroala-4(14),5-dieno	1465	1464		1465				1465	
		0,11		0,07				0,16	

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL	IAL						
		OEV		OEO		OEI		OEP
Hidrocarbonetos								
Sesquiterpenos								
E-Cadina-1(6),4-dieno	1475							
γ -Muuroleno	1478	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
γ -Himachaleno	1481	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC
Germacreno D	1484	1483		1476 0,05		1478	1478	1475 0,18 1479
β -Selineno	1489	1485				0,93	0,88	0,95
γ -Amorfeno	1495	1491	1483	1485	1485	1485	1484	1485
Biciclogermacreno	1500	0,08	3,25	5,64	6,26	9,37	10,07	4,97
α -Muuroleno	1500	1493		1493	1492			1493
γ -Cadineno	1513	0,41	1,38	0,66	0,79	1,03	0,81	1,22
Cubebol	1514	1494	1494	1495	1495	1495	1495	1495
δ -Cadineno	1522	0,46	8,37	9,48	8,89	10,89	11,19	6,76
(Z)-Calameneno	1528	1501	1501		1501			1501
Zonareno	1528	0,28	0,10		0,59			0,59
		1515	1515	1517	1517	1516	1516	1517
		0,42	0,65	0,49	0,75	0,7	0,71	1,17
		1521	1521	1522	1522	1522	1521	1522
		1514		1519	1519			1519
				0,05	0,07			0,04
		1521	1521	1522	1522	1522	1521	1522
		2,18	2,07	2,29	3,23	3,41	3,47	4,3
		1528		1525				
				0,04				
		1528		1526	1526			1527
				0,04	0,06			0,14

(continua)

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL									
	Hidrocarbonetos		OEV		OEO		OEI		OEP	
	Sesquiterpenos		mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	
		IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	(continua)
E-Cadina-1,4-dieno	1533			1536	1536				1536	
				0,04	0,08				0,2	
				1539	1537	1540	1540		1541	
				0,11	0,12	0,2	0,2		0,26	
α -Cadineno	1537	1544		1545	1545				1545	
				0,07	0,07	0,09			0,13	
α -Calacoreno	1544									
Sesquiterpenos oxigenados		1460	1460	1461	1461				1461	
		0,41	0,78	0,24	0,27				0,24	
Óxido de Cabreuva-B	1462	1564	1564	1564	1564	1565	1562		1566	
		19,96	26,49	20,72	18,13	15,61	16,78		15,45	
E-Nerolidol	1561	1574	1574	1575	1575	1575	1574		1575	
		0,37	0,78	0,16	0,23	0,82	0,6		0,79	
Palustrol	1567	1582	1582	1583	1582	1583	1581		1584	
		11,99	16,59	11,92	7,74	8,83	9,18		9,7	
Espatuleno	1577	1586	1586	1587	1587	1587	1588		1588	
		0,51	0,32	0,60	0,66	0,44	0,45		0,97	
Óxido de cariofileno	1582		1590	1591	1591	1591			1592	
			6,44	0,59	1,25	3,08			3,52	
Globulol	1590	1599	1599	1600	1600	1600	1598		1600	
		2,6	4,56	3,22	3,87	5,22	3,42		3,5	
Viridiflorol	1592	1609		1610		1610			1610	
		1,07		1,57		1,72			1,75	
Ledol	1602			1620	1620	1620			1620	
				0,28	0,32	0,28			0,31	

1,10-di-epi-Cubenol 1618

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B.*

dracunculifolia coletadas ao longo do ano.

Composto	IAL							(continua)				
	OEV	OEO	OEI	OEP	mar	abr	mai		jun	jul	ago	set
	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)	IAC (%)					

Sesquiterpenos oxigenados

1-epi-Cubenol	1627	1632	1632	1632	1632	1632	1631	1633							
α -Acorenol	1632								0,36	0,9	0,35	0,57	0,37	0,56	0,75



1639

1,34

(Z)-cadin-4-en-7-ol

1635



epi- α -Muurolol 1640

α -Muurolol 1644



		Selin-11-en-4- α -ol	1658
α -Cadinol	1652		





0,72 0,67 0,65 1,18

1647 1647 1647 1645 1647

0,66

0,72 1,01

0,97 1,74

1648 1648 1648 1647 1649



0,58 0,82 1,96 0,94 1,1

1652 1647 1651 1651 1651 1650 1652

0,37 0,35 0,27 0,28 0,24 0,34 0,48 1660 1661 1660 1660 1660 1659 1661

2,37 3,37 1,98 3,63 3,09 3,21 4,31

1663

1664

0,15

0,24

APÊNDICE A – Metabólitos voláteis obtidos por hidrodestilação de amostras de *B. dracunculifolia* coletadas ao longo do ano.

(conclusão)

Composto	IAL	OEV	OEO		OEI		OEP	
		mar	abr	mai	jun	jul	ago	set
		IAC	IAC	IAC	IAC	IAC	IAC	IAC
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Sesquiterpenos oxigenados		1737	1737	1738	1738	1737		1738
Isobicyclogermaerenal	1733	0,43	1,18	0,51	0,47	0,39		0,7
Outros compostos								
				1066	1066			1066
Acetofenona	1059			0,05	0,04			0,03
				1257	1257			1257
Citronelato de Metila	1257			0,02	0,03			0,02
		1403		1400	1400			1400
Metileugenol	1403	0,15		0,14	0,11			0,11
% Identificados	-	87,96	88,67	94,82	90,77	97,42	96,61	90,67
% NÃO Identificados	-	10,03	11,33	5,18	7,19	2,58	3,39	6,63
Total	-	97,99	100	100	97,96	100	100	97,3

IAL: índice de retenção na literatura; OEV: óleo essencial de verão; OEO: óleo essencial de outono; OEI: óleo essencial de inverno; OEP: óleo essencial de primavera; IAC: índice de retenção calculado; mar: março; abr: abril; mai: maio; jun: junho; jul: julho; ago: agosto; set: setembro.

Fonte: Autoria própria (2022).