

DOI: 10.58731/2965-0771.2025.105

**EXTRAÇÃO E ANÁLISE DE TERPENOS DO ÓLEO ESSENCIAL DE FOLHAS
E HASTES DE *CANNABIS SATIVA* L.**

**EXTRACTION AND ANALYSIS OF TERPENES FROM THE ESSENTIAL OIL
OF LEAVES AND STEMS OF *CANNABIS SATIVA* L.**

Rose, Catherine Eleanor, catherineeleanor@yahoo.com; Comin, Gustavo Rufatto, gustavo.comin@ufsc.br; Conterato, Greicy M. M., greicymmc@gmail.com; Soldi, Cristian, cristian.soldi@ufsc.br; Amazonas, Erik, erik.almeida@ufsc.br

Rose, Catherine Eleanor (mestranda); Comin, Gustavo Rufatto (doutorando); Conterato, Greicy M. M (doutora); Soldi, Cristian (doutor); Amazonas, Erik (doutor).

Email: catherineeleanor@yahoo.com.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi extrair o óleo essencial das folhas e das hastes de *Cannabis sativa* L. e avaliar o perfil de componentes voláteis por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas (GCMS). O óleo essencial foi obtido por hidrodestilação em equipamento Clevenger a partir de folhas e hastes de seis plantas adultas da variedade Fedtonic, cultivadas em estufa no Polo de Desenvolvimento e Inovação em Cannabis (PODICAN) da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. O rendimento do óleo essencial das folhas foi de 0,33%, superior ao relatado na literatura. Os principais compostos identificados nas folhas foram bisabolol (25,76%) e trans-cariofileno (18,96%), enquanto nas hastes destacaram-se bisabolol (43,74%) e canabidiol (CBD; 9,08%). A variação na composição dos terpenos sugere diferentes aplicações terapêuticas e comerciais para cada parte da planta. Este estudo destaca a importância de utilizar partes normalmente descartadas da planta para maximizar seu potencial econômico e ambiental, promovendo inovação e sustentabilidade.

Palavras-chave: óleo essencial, terpenos, cannabis.

Abstract

This study aimed to extract the essential oil from the leaves and stems of *Cannabis sativa* L. and evaluate its volatile component profile using gas chromatography coupled with mass spectrometry (GCMS). The essential oil was obtained through hydrodistillation using a Clevenger apparatus from leaves and stems of six mature plants of the Fedtonic variety, cultivated in a greenhouse at the Cannabis Development and Innovation Hub (PODICAN) of the Federal University of Santa Catarina, Curitibanos Campus. The yield of essential oil from the leaves was 0.33%, higher than previously reported in the literature. The main compounds identified in the leaves were bisabolol (25.76%) and trans-caryophyllene (18.96%), while in the stems, bisabolol (43.74%) and cannabidiol (CBD; 9.08%) were prominent. The variation in terpene composition suggests different therapeutic and commercial applications for each part of the plant. This study highlights the importance of utilizing typically discarded parts of the plant to maximize its economic and environmental potential, promoting innovation and sustainability.

Keywords: essential oil, terpenes, cannabis.

Introdução

A *Cannabis sativa* L. é uma planta amplamente reconhecida por sua variedade de compostos bioativos, sendo os canabinoides os mais explorados pelo seu valor medicinal. Para a extração desses compostos, as flores são as partes mais valorizadas, pois é nelas que se encontra uma maior concentração. Sendo assim, o restante da planta costuma ser descartado na fabricação do extrato.

Este estudo visa explorar o potencial para novos usos dos subprodutos dessa planta, que movimenta um mercado global tanto pelo extrato de canabinoides quanto pelas fibras. Pesquisar novos usos para as folhas e para as outras partes da cannabis que normalmente são descartadas pode trazer diversos benefícios, como a promoção de práticas sustentáveis, a redução do desperdício e a elevação da eficiência de produção.

Neste contexto, a extração do óleo essencial (OE) das folhas, das hastes e até mesmo das raízes da cannabis pode ser uma solução para aproveitar as diversas potencialidades dessa planta. Utilizar partes normalmente descartadas, que podem conter compostos bioativos ainda não totalmente estudados, pode levar à descoberta de novas propriedades terapêuticas. Isso pode resultar na criação de novos produtos no mercado, como óleos essenciais, cosméticos, medicamentos, alimentos e suplementos (Jin, Dai, Xie et al. 2020).

Na extração do óleo essencial, extraem-se os terpenos, que são responsáveis por muitas das características odoríferas e das propriedades terapêuticas nos OEs. Os terpenos são compostos orgânicos essenciais, conhecidos por suas propriedades aromáticas e por desempenharem funções vitais nas plantas, incluindo defesa contra herbívoros, atração de polinizadores e resistência a patógenos.

Além disso, no uso medicinal, os terpenos canábicos interagem com os canabinoides, potencializando seus efeitos no fenômeno sinérgico conhecido como "efeito entourage" ou efeito comitiva. A composição única de terpenos em cada quimiotipo dessas plantas pode resultar em diferentes perfis aromáticos e benefícios terapêuticos. OEs de cannabis podem, portanto, ser ainda mais promissores na medicina quando associados aos canabinoides (Russo, 2011).

Na indústria, os terpenos são amplamente utilizados como pigmentos e aromas na fabricação de perfumes, cosméticos, alimentos, suplementos e medicamentos. Para o uso medicinal, têm sido empregados no desenvolvimento de fármacos, aproveitando suas diversas propriedades biológicas, incluindo efeitos antioxidantes, anti-inflamatórios, antibióticos, analgésicos e ansiolíticos (Naz, Ahmed e Ramadan, 2023).

O mercado dos OEs de cítricos, como óleos de laranja, tangerina e limão, são subprodutos valiosos da produção de sucos de frutas. Outro bom exemplo de utilização de um subproduto é o óleo essencial de petit grain, feito a partir das folhas, dos brotos e dos galhos da *Citrus aurantium* var. *amara*. Utilizados em diversos setores, OEs contribuem significativamente para a economia brasileira, com exportações significativas (Bizzo, Hovell e Rezende, 2009).

De acordo com a base de dados de 2023 da COMTRADE (United Nations Commodity Trade Statistics Database), alguns países do MERCOSUL demonstram potencial de mercado em relação a importação e exportação de óleo essencial. O Brasil importou mais de 56 milhões de dólares, chegando a 912.774Kg de OE, e exportou mais de 13 milhões de dólares, com um total de 568.751Kg. A Argentina importou mais de 8 milhões de dólares (149.175Kg), e exportou mais de 451 mil dólares, com um total de 6.265Kg. O Uruguai importou mais de 183 mil dólares, 15.917Kg, e não consta na lista de exportação. Já o Paraguai importou mais de 510 mil dólares, 37.169Kg, e exportou mais de 6 milhões de dólares, com um total de 253.108Kg.

A produção eficiente e a alta demanda na perfumaria e nos cosméticos destacam o potencial econômico e sustentável desses subprodutos na indústria global. Como os aromas são oriundos dos terpenos, conhecer quais são esses ativos em outras partes da planta abre uma nova oportunidade de extração de sabores e fragrâncias. Isso aumenta a versatilidade e a competitividade da futura indústria canábica brasileira, levando a novas oportunidades de negócios e elevando a rentabilidade dos produtores. Dessa forma, maximiza-se o retorno econômico nacional ao transformar resíduos em produtos e subprodutos de valor agregado.

Pesquisar novos usos para as folhas e outras partes costumeiramente descartadas da Cannabis, abre caminho para inovação e, assim, maximiza os benefícios econômicos e ambientais. O estudo também contribui para o avanço do conhecimento científico,

incentivando o desenvolvimento de novas metodologias e aplicações para os compostos encontrados nessa planta tão versátil e medicinal.

Objetivos

Avaliar a composição química do óleo essencial das folhas e das hastes de *Cannabis sativa*.

Objetivos específicos

- Extrair o óleo essencial das folhas e hastes da variedade Fedtonic.
- Avaliar a composição química dos óleos por cromatografia gasosa acoplada à espectrômetro de massas (GCMS).

Materiais e métodos

Foram utilizadas folhas e hastes de seis plantas fêmeas de cannabis, coletadas no dia 23 de julho de 2024. O cultivo das plantas foi realizado em vasos de 8 litros, em estufa climatizada, instalada nas dependências da área Sede da Universidade Federal de Santa Catarina (27°17'02.5"S 50°32'05.3"W), no município de Curitibanos. A variedade de cannabis utilizada no estudo foi a Fedtonic, uma variedade de cânhamo (12,5% de CBD e < 1% de THC), adquirida através da importação de sementes de uma empresa especializada no Uruguai.

Imagem 1 – Estufa climatizada da Sede da Universidade Federal de Santa Catarina

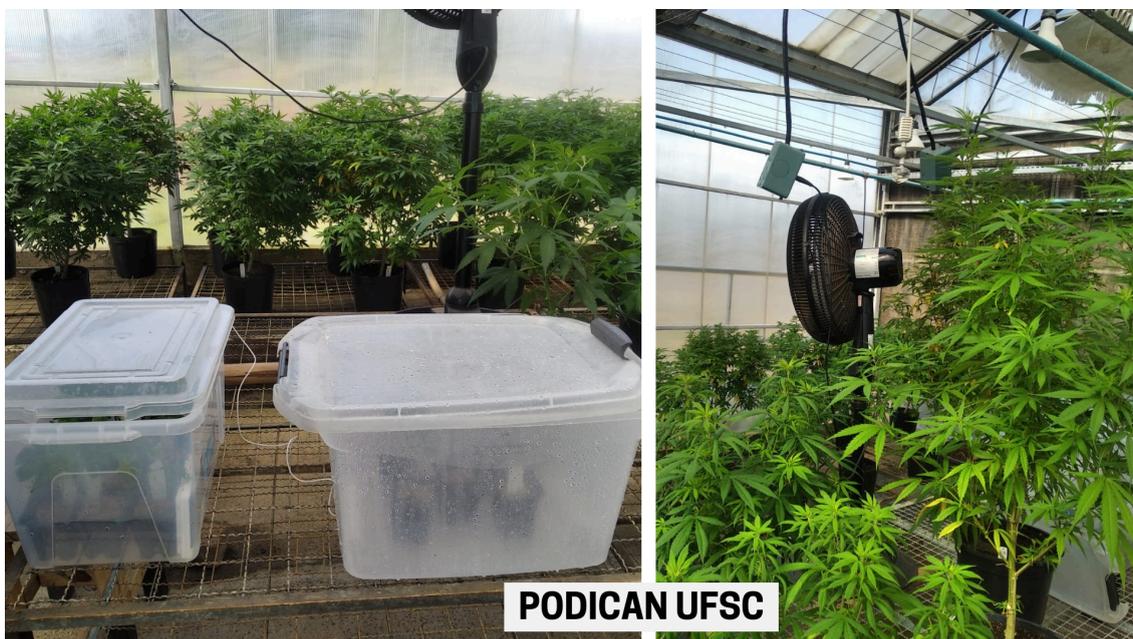


Foto: estufa de cultivo. Fonte: elaborada pelos autores.

As plantas utilizadas para a extração foram originadas de clones de terceira geração, retirados de plantas mães semeadas no ano de 2023. Os clones estavam com 29 semanas de idade e foram mantidos em estágio vegetativo até o momento da coleta, utilizando a iluminação artificial da estufa (18 horas de fotoperíodo). As plantas foram transferidas da estufa para o laboratório de química da UFSC para preparação do material e extração dos óleos essenciais.

Imagem 2 – Ilustração da metodologia de cultivo



Fotos: 1. Cannabis da variedade Fedtoni que forneceu os clones; 2. Clones formados em caixa de cultivo; 3. Clones transplantados; 4. Plantas em desenvolvimento; 5. Plantas bem formadas e saudáveis; 6. Cannabis adultas em estágio vegetativo. Fonte: elaborada pelos autores.

Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial das folhas e das hastes de *Cannabis sativa* foi realizada por hidrodestilação utilizando aparelho de Clevenger modificado. As folhas foram coletadas na parte da manhã e submetidas à extração sem nenhum procedimento de secagem. Cerca de 600g de folhas frescas e 700g de hastes frescos foram imersos em água destilada (em balão de 2L) e aquecidos a ponto de ebulição e mantidos nessa condição por 2,5h para folhas e 4,5h para hastes.

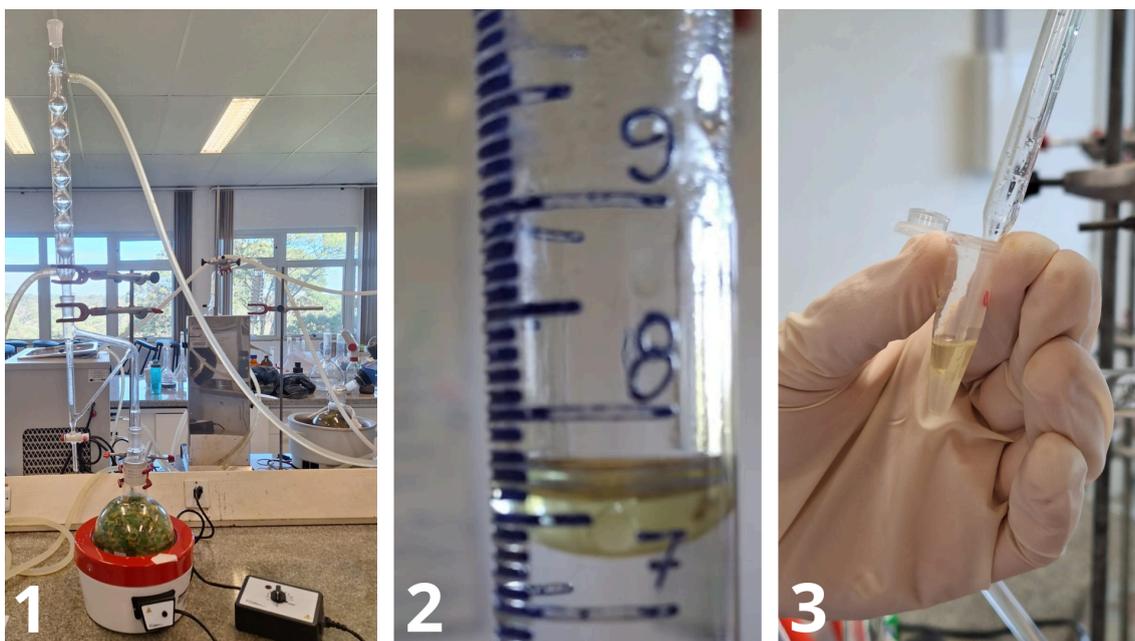
Imagem 3 – Ilustração da metodologia de extração



Fotos: 1. Folhas picadas; 2. Hastes picadas; 3. Folhas colocadas dentro do balão; 4. Hastes colocadas dentro do balão; 5. Folhas no balão de extração; 6. Aparelho de Clevenger pronto para extração. Fonte: elaborada pelos autores.

Ao final da extração, o óleo foi separado da fase aquosa, seco sob sulfato de sódio e estocado em freezer até a realização das análises para avaliação da composição química em cromatógrafo gasoso acoplado ao espectrômetro de massas. O rendimento foi de 0,58g de óleo por 600g de folhas frescas. O óleo essencial das hastes foi coletado após adição de 0,5mL hexano para facilitar a separação do óleo da fase aquosa, uma vez que o rendimento foi muito baixo. A fase orgânica foi separada, seca sob sulfato de sódio anidro e esticada em freezer (-20°C) até análise por CGMS.

Imagem 4 – Ilustração da coleta do óleo essencial



Fotos: 1. Aparelho de Clevenger; 2. Óleo essencial; 3. Recolhendo óleo. Fonte: elaborada pelos autores.

Para a determinação do rendimento de óleo das folhas, foi utilizado teor de massa. O cálculo para massa seca foi realizado com 10g de folhas frescas de cannabis após secagem em estufa com circulação de ar por 24 horas a 95°C.

Imagem 5 – Ilustração da metodologia de cálculo massa seca



Fotos: 1. Folhas picadas e dispostas sobre forma; 2. Formas colocadas na estufa; 3. Estufa; 4. Pesando a massa seca. Fonte: elaborada pelos autores.

Análises de terpenos por GCMS Análise dos componentes voláteis por CGMS

Os componentes voláteis dos OEs das folhas e das hastes de *C. sativa* foram separados e identificados utilizando técnicas em cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CGMS), de acordo com metodologia adaptada de Naz, Ahmed e Ramadan (2023). Para a realização das análises, 1uL de solução com 20µl de OE das folhas em 1,0mL de hexano foi injetado em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas (Agilent 7890A).

Para o óleo essencial das hastes, a solução foi completada para 1mL com hexano, seguido de injeção de 1uL no GCMS. A separação cromatográfica foi realizada em coluna Agilent HP-5ms (5% fenil-polidimetilsiloxano; 30m x 250µm x 0,25µm) utilizando rampa de temperatura de 40 a 100°C a uma taxa de 5°C min⁻¹, com retenção de 2 minutos a 100°C, seguida por aumento da temperatura para 200°C a uma taxa de 8°C/min, e novo aumento para 300°C a uma taxa de 12°C/min, com retenção de 2 minutos a 300°C. A temperatura do injetor (split 25:1) e da interface entre cromatógrafo gasoso e espectrômetro de massa foi configurada em 260 e 300°C, respectivamente. Foi utilizado gás hélio como gás de arraste a um fluxo de 1mL min⁻¹. O detector de massas foi operado por impacto de elétrons (EI) de 70 e V em uma faixa de 35 – 450m/z.

Para determinação da porcentagem relativa, os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. As substâncias presentes no óleo foram caracterizadas por meio da injeção de mistura de padrões (Cannabis terpene mix 1; LGC/DR Ehrenstorfer) nas mesmas condições de análise dos óleos e por comparação do espectro de massas e do índice de Kovats (KI) experimental para cada componente com os respectivos espectros de massas e índices de Kovats de padrões descritos por Adams (2007). Os valores de KI experimentais foram obtidos a partir da injeção de uma amostra de hidrocarbonetos saturados C7-C30 (Sigma-Aldrich) nas mesmas condições utilizadas para as amostras de OE (Ascrizzi et al., 2024).

Resultados e Discussão

No presente estudo, o processo de hidrodestilação resultou em 0,5819g de OE a partir de 600g de folhas frescas, resultando em um rendimento em base seca de aproximadamente 0,33%. Este rendimento é superior aos valores reportados em um experimento de hidrodestilação de folhas em que foram utilizados três lotes de 12Kg cada, resultando em rendimentos de 0,035%, 0,030% e 0,024%, respectivamente (Naz, Ahmed e Ramadan, 2023). O OE das hastes teve baixo rendimento nesse experimento, não sendo possível coletá-lo isoladamente. Por isso, foi utilizado 0,5mL de hexano para retirá-lo do aparelho de clewenger e posteriormente adicionado 0,5mL de hexano para análise dos componentes voláteis por CGMS.

A análise cromatográfica e espectrométrica proporcionou uma caracterização detalhada dos terpenos presentes no OE das folhas e das hastes. Nas folhas, foram identificados principalmente os seguintes componentes: bisabolol (25,76%), trans-cariofileno (18,96%), γ -bisaboleno (7,39%), α -pineno (5,98%), guaiol (4,93%), β -bisaboleno (4,57%), α -humuleno (3,57%), β -mirceno (1,49%), eucaliptol (1,09%), β -pineno (1,04%), (Z)- β -farneseno (0,92%), α -trans-bergamoteno (0,67%) e d-limoneno (0,47%).

Nas hastes, os principais componentes foram: bisabolol (43,74%), CBD (9,08%), guaiol (7,62%), trans-cariofileno (7,14%), (E) γ -bisaboleno (5,26%), β -bisaboleno (4,1%), α -humuleno (1,95%), eucaliptol (1,34%), α -pineno (0,94%), (Z)- β -farneseno (0,6%), α -trans-bergamoteno (0,48%), β -pineno (0,24%), β -mirceno (0,22%), THC (0,21%) e d-limoneno (0,06%). Os resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1 – Componentes voláteis presentes no óleo essencial das folhas e hastes de cannabis.

	Substância	TR(min)	IK _{exp}	Ik _{teórico} *	Folhas(%)	Hastes(%)
1	a-pinene*	8.486	935	939	5.986	0.944
2	(-)-b-pinene*	9.781	977	979	1.044	0.24
3	b-myrcene*	10.286	991	991	1.493	0.227
4	D-limonene*	11.405	1029	1029	0.47	0.062
5	Eucalyptol	11.483	1032	1031	1.091	1.341

6	(-)-trans-caryop hilene*	20.869	1428	1419	18.96	7.146
7	a-trans-bergam otene	21.069	1440	1435	0.677	0.488
8	(Z)-beta-farnese ne	21.38	1458	1443	0.922	0.601
9	a-humulene*	21.434	1462	1455	3.576	1.954
10	beta-bisabolene	22.288	1513	1506	4.579	4.106
11	Não identificado	22.533	1529	-	0.829	1.15
12	Não identificado	22.775	1545	-	4.664	3.629
13	(E) gamma-bisabol ene	22.817	1548	1531	7.398	5.262
14	Não identificado	22.886	1552	-	5.995	4.414
15	Guaiol*	23.735	1605	1601	4.936	7.622
16	Não identificado	24.107	1623	-	4.29	7.773
17	bisabolol*	25.001	1665	1668	25.76	43.74
18	Canabidiol	32.37	2441	-	NE	9.089
19	THC	33.036	2538	-	NE	0.21

*Componentes identificados a partir da injeção de padrões comerciais. **Índice de Kovats reportado por Adams (2007). IK = índice de Kovats. TR = Tempo de retenção da substância. Fonte: elaborada pelos autores.

É notável a diferença na concentração de bisabolol entre folhas (25,76%) e hastes (43,74%). A presença de CBD nas hastes (9,08%) e uma pequena quantidade de THC (0,21%) podem indicar que as hastes têm possibilidade de ser uma fonte potencial de CBD com baixo conteúdo de THC, mas são necessárias mais pesquisas nessa área. Os terpenos guaiol e γ -bisabolene encontrados em concentrações significativas tanto nas

folhas quanto nas hastes sugerem uma distribuição relativamente uniforme desses compostos na planta.

Nesse experimento, foi utilizada uma variedade de cânhamo, com nome popular de Fedtonic, que consiste em um quimiotipo com alto teor de CBD (12,5%) e baixo de THC (< 1%), uma quimovar tipo 3 (CBD dominante). Em trabalhos que analisaram a composição química de plantas de cânhamo, encontrou-se 0,13 a 0,28% de terpenos nas folhas e 0,05-0,15% terpenos no caule (Xu, Bai, Song et al., 2022).

A composição dos OEs e dos canabinoides nas folhas e nas hastes de cannabis varia significativamente com o estágio de crescimento da planta. No estágio vegetativo, quatro semanas após a semeadura, há concentrações menores de canabinoides e OEs. Com oito semanas após a semeadura, ocorre um aumento na concentração de canabinoides, particularmente CBD e CBG. No estágio de floração completa, nove semanas após a semeadura, há um pico na concentração de canabinoides e OEs, seguido por uma diminuição na maturação das sementes (Noppawan et al., 2022).

No trabalho de Noppawan e colaboradores (2022), foram obtidos os seguintes resultados para uma quimovar tipo 3, de nome popular Finola:

- folhas apresentaram uma concentração de CBD que aumentou ao longo do tempo, com valores de 0,00205g/g de biomassa no estágio vegetativo, 0,00333g/g no estágio de botão, 0,00374g/g no estágio de floração completa e 0,00357g/g no estágio de maturação das sementes;
- o THC foi detectado em pequenas quantidades, sempre abaixo de 0,2% da biomassa total;
- nas hastes, a concentração de CBD foi significativamente menor comparada às folhas, variando entre 0,000202g/g e 0,000253g/g de biomassa ao longo dos diferentes estágios de colheita;
- o THC também foi encontrado em quantidades muito pequenas nas hastes, sempre abaixo de 0,2% da biomassa total.

Esses dados indicam que as folhas têm uma concentração significativamente maior de CBD em comparação com as hastes, e que ambas as partes da planta contêm THC em níveis muito baixos antes da floração, resultados não encontrados em nosso

experimento.

Em comparação com o estudo de Naz, Ahmed e Ramadan (2023) sobre a hidrodestilação das folhas de *C. sativa* a 110°C, 120°C e 130°C, em que foram obtidos cariofileno (44,6%, 44,3% e 37,6%), humuleno (13,2%, 11,9% e 9,51%), cis- β -farneseno (8,68%, 9,71% e 8,63%), trans- α -bergamoteno (7,15%, 6,79% e 5,42%) e d-limoneno (0,11%, 2,13% e 5,13%), verifica-se que a composição dos terpenos pode variar significativamente em função das condições de extração e da parte da planta utilizada.

Comparado ainda ao estudo de Naz, Ahmed e Ramadan (2023), a concentração de trans-cariofileno e α -humuleno é menor nas folhas e nas hastes no nosso estudo. Isso pode ser atribuído às diferenças nas condições de hidrodestilação e no quimiotipo da planta analisada. Presentes em ambos os estudos, tem-se eucaliptol, α -pineno, β -pineno e mirceno, mas com variações nas concentrações, o que pode ser devido a diferenças na metodologia de extração e nas condições de crescimento das plantas.

Os resultados de secagem das folhas indicaram que a média de massa seca nas três bandejas foi de 9,73g de um total de 29,2g. A massa seca total das folhas foi de 175,2g a partir dos 600g iniciais, mostrando que nas folhas está presente aproximadamente 70% de umidade.

Conclusões

A extração de OE das folhas e das hastes de *Cannabis sativa* L. resultou em uma composição rica e variada em terpenos. Os resultados indicam que diferentes partes da planta oferecem perfis químicos distintos, adaptáveis a diversas aplicações industriais e terapêuticas. Este estudo demonstra o potencial de utilização integral da planta, incentivando novas pesquisas e inovações para maximizar os benefícios econômicos e ambientais do cânhamo, além de contribuir para o avanço científico no desenvolvimento de metodologias e aplicações para os compostos encontrados na *Cannabis sativa* L. Além disso, a destilação de OEs produz hidrolatos que, apesar de terem menor atividade medicinal em comparação aos óleos, possuem aplicações na indústria farmacêutica devido ao seu potencial antimicrobiano, antioxidante,

anti-inflamatório, cicatrizante e odorífero (Apolônio et al., 2023). Os resíduos de fibras resultantes da extração podem ser reutilizados para fabricar novos produtos ou utilizados em outras extrações, como a alcoólica, para obter diferentes compostos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos que possibilita cursar o mestrado; ao PODICAN pela doação do material utilizado neste estudo e por possibilitar os estudos com Cannabis no Brasil; ao Programa de Pós Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais (PPGEAN); à UFSC pelos equipamentos, pelos reagentes e pelo espaço no laboratório para execução deste experimento e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado Santa Catarina (FAPESC) pelo apoio financeiro (Projeto FAPESC/2024TR000088).

Referências

1. **Adams, R. P.** Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry (4th ed.). Carol Stream, IL: Allured Publishing Corp 2007; <https://doi.org/10.1016/j.jasms.2007.01.001>
2. **Apolônio, B. M., Marques, M. B., Fonseca, P. M. M., & Lima, T. M.** O potencial terapêutico do hidrolato de plantas medicinais nos tratamentos estéticos. Peer Review 2023; 5(24), 217–232. <https://doi.org/10.53660/1443.prw2939>
3. **Ascrizzi, R., Breemen, N. V., Carter, B., Ferrini, F., & Giardina, A.** Inflorescence yield, essential oil composition and antioxidant activity of *Cannabis sativa* L. cv. ‘Futura 75’ in a multilocation and on-farm study. Agriculture 2024; 14(2), 225.
4. **Bizzo, H. R., Hovell, A. M. C., & Rezende, C. M.** Óleos essenciais no Brasil: aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas. Química Nova 2009; 32(3), 588–594. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000300005>

5. **Jin, D., Dai, K., Xie, Z., Chen, J., Wang, J., & Zhao, M.** Secondary metabolites profiled in cannabis inflorescences, leaves, stem barks, and roots for medicinal purposes. *Scientific Reports* 2020; 10, 3309. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60172-6>
6. **Naz, S., Ahmed, W., & Ramadan, M. F.** *Cannabis sativa* leaf essential oil fractions and bioactive compounds: chemistry, functionality and health-enhancing traits. *Food Measure* 2023; 17, 4575–4593. 11 <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01963-z>
7. **Noppawan, P., Bainier, C., Lanot, A., McQueen-Mason, S., Supanchaiyamat, N., Attard, T. M., & Hunt, A. J.** Effect of harvest time on the compositional changes in essential oils, cannabinoids, and waxes of hemp (*Cannabis sativa* L.). *Royal Society Open Science* 2022; 9(211699). <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.c.6011489>
8. **Russo, E. B.** Taming THC: Potential cannabis synergy and phytocannabinoid-terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology* 2011; 163(7), 1344-1364. <https://doi.org/10.1111/j.1476-5381.2011.01238.x>
9. **United Nations Commodity Trade Statistics Database.** Base de dados Contrade da ONU 2023. Recuperado de <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=X&CommodityCodes=330129&Partners=0&Reporters=all&period=2023&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus>
10. **Xu, J., Bai, M., Song, H., & Zhou, G.** Hemp (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) chemical composition and the application of hempseeds in food formulations. *Plant Foods for Human Nutrition* 2022; 77, 504–513. <https://doi.org/10.1007/s11130-022-01013-x>