



PERFIL COMPARATIVO DOS CONSTITUINTES VOLÁTEIS DE *Peperomia serpens* OBTIDOS POR MÉTODOS COMPLEMENTARES DE EXTRAÇÃO

Eduarda K. B. Melo¹; Bruna de A. Guimarães¹; Mayane d. S. Souza²; Pablo L. B. Figueiredo²; Joyce Kelly R. Silva¹

1- Universidade Federal do Pará, UFPA. R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, 66075-110 Belém, PA, Brasil.

2- Laboratório de Química dos Produtos Naturais, Universidade do Estado do Pará, Belém, PA, Brasil 66095-015.

eduarda.melo@icb.ufpa.br

Palavras-Chave: HS-SPME; hidrodestilação; destilação-extração simultânea.

Introdução

Os óleos essenciais são misturas voláteis de baixo peso molecular, insolúveis em água, presentes em diferentes órgãos como flores, folhas, sementes e raízes. Sua composição variada, incluindo terpenos, álcoois e fenóis, confere propriedades terapêuticas como ação antimicrobiana, antifúngica, anti-inflamatória e antioxidante. Esses compostos têm despertado interesse farmacêutico por serem alternativas naturais a produtos sintéticos, embora seu uso exija cautela quanto à identificação correta da planta e à realização de testes toxicológicos (Martins *et al.*, 2022).

A obtenção de constituintes voláteis pode ser realizada por diferentes técnicas de extração, cada uma com particularidades que influenciam o perfil químico obtido. A hidrodestilação (HD) é um método tradicional, amplamente utilizado para óleos essenciais, no qual o material vegetal é submetido à ação de água ou vapor, liberando os compostos voláteis, embora seja um processo demorado e de alto consumo energético (Chemat; Vian; Cravotto, 2012).

Por sua vez, a destilação e extração simultânea (DES) combina a destilação com solventes orgânicos em sistema de refluxo, permitindo maior eficiência na captura de voláteis (Batista *et al.*, 2019).

Em contrapartida, a técnica HS-SPME (Headspace Solid-Phase Microextraction), traduzida como Microextração em Fase Sólida no Espaço de Cabeça, representa uma alternativa moderna e sustentável, que dispensa o uso de solventes e utiliza fibras sólidas para adsorver os compostos presentes no espaço de cabeça da amostra, sendo especialmente aplicada em análises de aromas, fragrâncias e contaminantes ambientais (Fratini *et al.*, 2012).

Nesse contexto, o gênero *Peperomia* (Piperaceae) reúne mais de 1.600 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, muitas delas utilizadas na medicina tradicional devido às suas propriedades farmacológicas. As folhas de *P. serpens*, conhecida popularmente como “carrapatinho”. São empregadas na Amazônia para o tratamento de inflamações, dores e distúrbios respiratórios. Seu óleo essencial apresenta monoterpenos e sesquiterpenos como α -humuleno, (E)-cariofileno, (E)-nerolidol e acetato de (Z)-nerolidol,



compostos associados a efeitos antinociceptivos e anti-inflamatórios. Além disso, cromenos isolados de suas folhas demonstraram atividade antifúngica contra espécies de *Cladosporium*, reforçando o potencial terapêutico da planta (Pinheiro *et al.*, 2011; Kitamura *et al.*, 2006).

Entretanto, os estudos disponíveis sobre *P. serpens* concentram-se principalmente na identificação de constituintes químicos e na avaliação de atividades biológicas, sendo escassas as investigações que comparam diferentes métodos de extração aplicados à caracterização de seus compostos voláteis (Pinheiro *et al.*, 2011; Kitamura *et al.*, 2006).

Diante desse cenário, a utilização de diferentes técnicas de extração, associadas à cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS), permite comparar os perfis químicos obtidos e ampliar o conhecimento sobre os compostos voláteis da espécie, uma vez que diferentes métodos podem fornecer informações complementares sobre sua composição química (Taveira *et al.*, 2009).

Assim, este estudo teve como objetivo caracterizar os constituintes voláteis de *P. serpens* por HD, DES e HS-SPME, utilizando GC-MS para comparar os perfis químicos obtidos.

Material e Métodos

O material vegetal da espécie *P. serpens* foi coletado no dia 15 de maio de 2026, no bairro de Nazaré, em Belém, Pará (1°45'28.09''S 48°47'75.44''W). Após a coleta, o material foi seco em estufa a 30 °C por três dias. Em seguida, foi determinado o teor de umidade, utilizando uma balança por infravermelho (BEL Engineering®, Monza (MB), Itália).

O material seco foi processado em moinho de facas, e 300 g da amostra foram submetidos a HD em aparelho de Clevenger modificado, (t: 3 h). Após a extração, o óleo essencial foi centrifugado e seco com sulfato de sódio anidro, a fim de eliminar traços residuais de água. O óleo foi então acondicionado em frasco de vidro âmbar, protegido da luz, e o rendimento foi calculado com base na massa seca do material vegetal.

Paralelamente, 1,37 g da amostra seca foram submetidos a DES, utilizando 10 mL de pentano como solvente extrator durante 1 h e 30 min. Ao término da extração, 1 mL do concentrado de voláteis foi transferido para um frasco de vidro âmbar.

Além disso, a extração dos compostos voláteis de *P. serpens* foi realizada por HS-SPME, utilizando 1g de material vegetal. Utilizou-se uma fibra de Divinilbenzeno/Carbon Wide Range/Polidimetilsiloxano (DVB/Carbon WR/PDMS, 80 µm), previamente condicionada a 250 °C por 30 min. A etapa de incubação e equilíbrio ocorreu a 80 °C por 15 min, sob agitação constante (400 rpm). Subsequentemente, a fibra foi exposta ao headspace por 10 min, mantendo-se a temperatura constante. A dessorção térmica dos analitos foi realizada no injetor de um GC-MS.

O perfil químico dos voláteis foi avaliado por GC-MS, utilizando um equipamento Shimadzu QP2020 Plus; coluna capilar Shimadzu-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm de espessura de filme); rampa de temperatura de 60–240 °C (3 °C/min); temperatura do injetor de 200 °C; hélio como gás de arraste com vazão de 1,2 mL/min; injeção no modo split (20:1);



tensão de ionização do MS = 70 eV; temperatura da fonte de íons e do detector = 200 °C. A identificação baseou-se na comparação de espectros de massas e índices de retenção com as bibliotecas (Adams 2007). Os índices de retenção foram calculados usando o software do sistema utilizando uma série de n-alcenos (C8-C20) (van Den Dool e Kratz 1963).

Resultados e Discussão

Tabela 1- Principais constituintes voláteis identificados em *P. serpens* pelos métodos de HS-SPME, HD e DES (> 3%).

Constituinte	Índice de retenção (IR)	HS-SPME (%)	HD (%)	DES (%)	Classe
Mirceno	991	5,14	10,07	13,95	HM
β -Felandreno	1028	3,03	14,57	10,93	HM
γ -Muuroleno	1482	6,36	10,60	11,00	HS
β -Elemeno	1393	3,99	5,24	7,28	HS
Elemol	1552	8,54	5,64	6,17	SO
Cubebol	1518	3,68	8,03	10,67	SO
n-Decanal	1206	4,67	3,61	4,91	AI

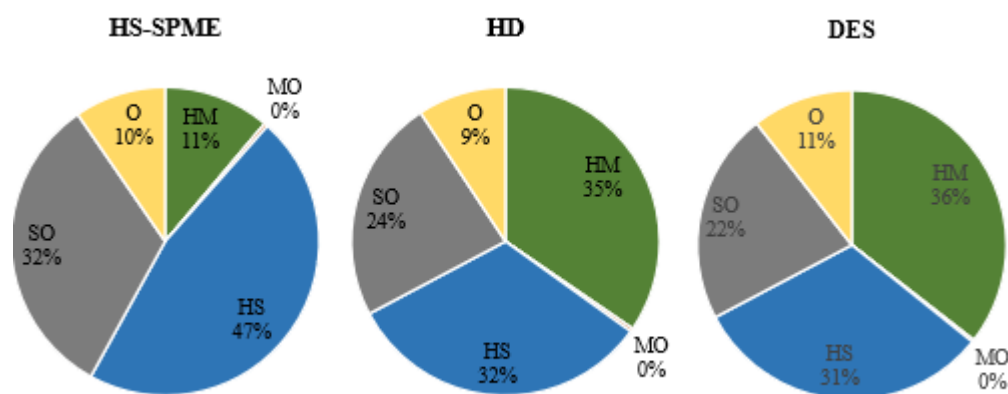
Fonte: Autores (2026).

A composição química dos constituintes voláteis de *P. serpens* variou de acordo com o método de extração empregado (Tabela 1). Foram identificados 81,74%, 93,43% e 86,13% dos compostos nas amostras obtidas por HS-SPME, HD e DES, respectivamente, indicando ampla caracterização química pelos três métodos.

Os resultados evidenciaram diferenças na distribuição das classes químicas entre as técnicas de extração. A HD e a DES apresentaram predominância de hidrocarbonetos monoterpênicos (HM), correspondendo a 32,29% e 30,60%, respectivamente. A extração por HS-SPME apresentou maior proporção de hidrocarbonetos sesquiterpênicos (HS) (37,98%) e sesquiterpenos oxigenados (SO) (26,47%). Também foram observados compostos classificados como Outros (O), em menor proporção, incluindo álcoois, ésteres, aldeídos e fenilpropenos, os quais contribuíram para o perfil químico global. Essas diferenças refletem a influência do método de extração e podem ser visualizadas na Figura 1, que ilustra a distribuição percentual das classes químicas em cada técnica.



Figura 1- Distribuição das classes químicas dos constituintes voláteis de *P. serpens* obtidos por HS-SPME, HD e DES.



Fonte: Autores (2026).

Esses resultados confirmam que cada técnica de extração privilegia diferentes classes químicas, evidenciando a complementaridade entre os métodos na caracterização dos constituintes voláteis de *P. serpens*.

Entre os constituintes majoritários, destacaram-se β -felandreno, mirceno, γ -muuroleno, β -elemeno, elemol e cubebol, embora suas abundâncias relativas tenham variado conforme a técnica empregada. A HD apresentou maiores teores de β -felandreno (14,57%) e mirceno (10,07%), enquanto a DES apresentou maiores porcentagens de mirceno (13,95%) e γ -muuroleno (11,00%). Já a HS-SPME favoreceu a detecção de γ -muuroleno (6,36%) e elemol (8,54%).

A predominância de monoterpenos na HD e na DES pode estar relacionada às características operacionais dessas técnicas. Na HD, o aquecimento favorece a volatilização dos compostos de menor massa molecular e maior pressão de vapor, como os monoterpenos, que são transportados pelo vapor d'água e posteriormente condensados. De forma semelhante, na DES, a combinação entre a destilação e a extração contínua por solvente aumenta a eficiência da recuperação desses compostos, reduzindo perdas durante o processo de isolamento. Em contrapartida, o HS-SPME baseia-se no estabelecimento do equilíbrio entre a matriz vegetal, o HS-SPME e o revestimento da fibra, sendo influenciada pela volatilidade, polaridade e afinidade dos analitos pelo material adsorvente. Essas características podem favorecer a extração de hidrocarbonetos sesquiterpênicos e sesquiterpenos oxigenados, evidenciando que o método de extração exerce influência direta sobre o perfil químico obtido (Bicchi *et al.*, 2008; Simões, 2016; Chemat *et al.*, 2012; Kowalczyk *et al.*, 2022; Gabriel *et al.*, 2025).

Estudos anteriores relataram a presença de (E)-nerolidol (38,0%), ledol (27,1%), α -humuleno (11,5%), (E)-cariofileno (4,0%) e α -eudesmol (2,7%) como constituintes majoritários do óleo essencial de *P. serpens* (Pinheiro *et al.*, 2011). Em contraste, neste



trabalho destacaram-se β -felandreno (14,57%), mirceno (13,95%), γ -muuroleno (11,00%), cubebol (10,67%) e elemol (8,54%), evidenciando que diferentes técnicas de extração privilegiam distintos grupos de metabólitos. Essas variações podem estar relacionadas às diferenças nas técnicas de extração empregadas, às condições ambientais, ao local de coleta e ao estágio de desenvolvimento da planta. Dessa forma, os resultados aqui obtidos complementam os dados da literatura e reforçam o potencial da espécie como fonte de metabólitos bioativos.

Esses resultados demonstram que cada técnica de extração apresenta seletividade própria, favorecendo diferentes classes de compostos voláteis. Em conjunto, HD, DES e HS-SPME revelam perfis complementares que ampliam a caracterização química de *P. serpens*. Essa complementaridade reforça o potencial da espécie como fonte de metabólitos bioativos e estabelece bases sólidas para futuras investigações voltadas às suas aplicações farmacológicas e biotecnológicas.

Conclusões

A caracterização dos constituintes voláteis de *P. serpens* evidenciou que os diferentes métodos de extração exercem influência direta sobre o perfil químico obtido, revelando a seletividade de cada técnica e a complementaridade entre elas. A predominância de compostos como mirceno, β -felandreno, γ -muuroleno, elemol e cubebol confirma a diversidade química da espécie e demonstra que diferentes abordagens permitem acessar diferentes grupos de metabólitos.

Esses achados mostram que a escolha do método de extração deve considerar o objetivo do estudo e a finalidade da análise, uma vez que cada técnica fornece informações distintas sobre a composição volátil da espécie. Dessa forma, a interpretação dos resultados e a seleção da metodologia mais adequada tornam-se etapas fundamentais para que o perfil químico obtido represente de maneira mais fiel a aplicação pretendida, seja em estudos químicos, biológicos ou voltados ao aproveitamento de produtos naturais.

Além de ampliar o conhecimento sobre os constituintes voláteis de *P. serpens*, este trabalho fornece informações que podem orientar pesquisas futuras na escolha da técnica mais adequada para cada finalidade, contribuindo para investigações sobre atividades biológicas, bioprospecção e outras aplicações da espécie.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará (UFPA) pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste trabalho e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa.



Referências

Adams RP (2007) **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**, 4th Edition.

BATISTA, R. J. R.; AMARANTE, C. B.; BOTELHO, A. S.; ANDRADE, E. H. A.; NASCIMENTO, L. D. **Constituintes voláteis da raiz e do rizoma de Montrichardia linifera (Arruda) Schott (Araceae)**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 14, n. 2, p. 197–207, 2019.

CHEMAT, F.; VIAN, M. A.; CRAVOTTO, G. **Green Extraction of Natural Products: Concept and Principles**. International Journal of Molecular Sciences, v. 13, p. 8615–8627, 2012.

FRATINI, G.; LOIS, S.; PAZOS, M.; PARISI, G.; MEDINA, I. **Volatile profile of Atlantic shellfish species by HS-SPME GC/MS**. Food Research International, v. 48, p. 856–865, 2012.

GABRIEL, M. B.; PINHEIRO, G. P.; HANTAO, L. W.; SAWAYA, A. C. H. F. **Comparação entre hidrodestilação e microextração em fase sólida de espaço de cabeça para analisar voláteis de própolis brasileira por GC-MS**. Quimiosensores, v. 13, n. 9, p. 322, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/chemosensors13090322>.

KITAMURA, R. O. S.; ROMOFF, P.; YOUNG, M. C. M.; KATO, M. J.; LAGO, J. H. G. **Chromenes from Peperomia serpens (Sw.) Loudon (Piperaceae)**. Phytochemistry, v. 67, p. 2398–2402, 2006.

KOWALCZYK, A. *et al.* **Microextração em fase sólida do espaço de cabeça versus hidrodestilação de compostos voláteis de folhas cultivadas Mentha táxons: marcadores de quimiotipos seguros**. Molecules, Basel, v. 27, n. 19, p. 6561, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27196561>.

MARTINS, Maria Fernanda Dourado; PEREIRA, Luísa Oliveira; SOUZA, Isabele Pereira de; MACIEL, Khetrin Silva. **Óleos essenciais: aspectos gerais e propriedades farmacêuticas: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Real Conhecer, v. 2, n. 5, p. 160–170, maio 2022. DOI: 10.5281/zenodo.6566890.

PINHEIRO, B. G.; SILVA, A. S. B.; SOUZA, G. E. P.; FIGUEIREDO, J. G.; CUNHA, F. Q.; LAHLOU, S.; SILVA, J. K. R.; MAIA, J. G. S.; SOUSA, P. J. C. **Chemical composition, antinociceptive and anti-inflammatory effects in rodents of the essential oil of Peperomia serpens (Sw.) Loud.** Journal of Ethnopharmacology, v. 138, p. 479–486, 2011. DOI: 10.1016/j.jep.2011.09.037.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2016.

TAVEIRA, Marcos et al. **Determinação de Oitenta e Um Compostos Orgânicos Voláteis em Folhas Dietéticas de Rumex induratus por GC/IT-MS, usando diferentes técnicas extrativas**. Microchemical Journal, v. 93, n. 1, p. 67–72, set. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.04.008>.



Van Den Dool H, Dec. Kratz P (1963) **A generalization of the retention index system including linear temperature programmed gas—liquid partition chromatography.** Journal of Chromatography A 11:463–471. [https://doi.org/10.1016/S0021-9673\(01\)80947-X](https://doi.org/10.1016/S0021-9673(01)80947-X)