

DESREPLICAÇÃO MOLECULAR DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE *Ludwigia elegans* (Cambess) H.Hara E *Ludwigia sericea* (Cambess) H.Hara (Onagraceae)

Lorena de Sousa Meirelles (IC) e Prof. Dr. Edgard Antonio Ferreira (Orientador)

Apoio: PIBIC Mackpesquisa

RESUMO

O gênero *Ludwigia* conta com 48 espécies e pertence à família Onagraceae que compõe um dos gêneros da flora aquática brasileira. No entanto, estudos envolvendo espécies desse gênero são escassos. Apenas três relatos são encontrados na literatura, o que reflete em pouca informação sobre aspectos quimiotaxonômicos e compostos bioativos. Estudos sobre composição química e efeitos biológicos dos óleos essenciais são ainda mais restritos. Desta forma, o presente trabalho visou a obtenção dos óleos essenciais das folhas de duas espécies: *L. elegans* e *L. sericea*. Para isto, as folhas foram submetidas à extração por hidrodestilação utilizando aparelho Cleavenger por um período de 4 horas. Em seguida os óleos obtidos foram submetidos a análise por GC-MS para obtenção do perfil cromatográfico, além dos espectros de massas de cada constituinte químico presente em cada óleo. A desreplicação molecular foi realizada com base na análise dos espectros obtidos e comparação com a biblioteca espectral NIST 17 Library. Adicionalmente, foram calculados os índices de retenção de cada composto e comparados com dados disponíveis na literatura. Desta forma, o perfil cromatográfico de ambas as espécies resultou na observação de 83 compostos, 31 para *L. elegans* e 71 para *L. sericeae*, além de 17 compostos presentes em ambas as espécies. O processo de desreplicação molecular resultou na anotação de 46 compostos.

Palavras-chave: *Ludwigia*. Desreplicação molecular. Óleos voláteis.

ABSTRACT

The genus *Ludwigia* has 48 species and belongs to the Onagraceae family, which makes up one of the genera of Brazilian aquatic flora. However, studies involving species of this genus are scarce. Only three reports are found in the literature, which reflects poor information on chemotaxonomic aspects and bioactive compounds. Studies on the chemical composition and biological effects of essential oils are even more restricted. Therefore, the present work aimed to obtain essential oils from the leaves of two species: *L. elegans* and *L. sericea*. For this, the leaves were subjected to extraction by hydrodistillation using a Cleavenger apparatus for a period of 4 hours. The oils obtained were then subjected to GC-MS analysis to obtain the chromatographic profile, in addition to the mass spectra of each chemical constituent present in each oil. The molecular dereplication was performed based on the analysis of the obtained spectra and comparison with the NIST 17 Library spectral library. Additionally, the retention index of each compound was calculated and compared with data available in the literature. Thus, the chromatographic profile of both species resulted in the observation of 83 compounds, 31 for *L. elegans* and 71 for *L. sericeae*, in addition to 17 compounds present in both species. The molecular dereplication process resulted in the annotation of 46 compounds.

Keywords: *Ludwigia*. Molecular dereplication. volatile oils.

1 INTRODUÇÃO

As macrófitas aquáticas, conhecidas popularmente como plantas aquáticas, são espécies herbáceas que se desenvolvem na água, solos cobertos por água ou ainda solos saturados por água (Weaner e Clements, 1983). Apesar destas espécies serem encontradas em todo o território brasileiro devido a versatilidade de adaptação aos diferentes biomas, poucos estudos são relacionados a sua composição química e propriedades biológicas de seus constituintes. Como parte da flora aquática brasileira, o gênero *Ludwigia* conta com 48 espécies (SOUSA, *et. al.*, 2019). No entanto, assim como grande parte das macrófitas aquáticas, estudos envolvendo espécies deste gênero são escassos, o que reflete em pouca informação sobre o potencial de suas espécies como fonte de moléculas bioativas. Quando se trata de informações a respeito da composição química e de efeitos biológicos dos óleos essenciais, os relatos são ainda mais escassos.

Diante dos poucos relatos na literatura que abordam trabalhos sobre a composição química de macrófitas aquáticas, sobretudo óleos essenciais, o estudo dessas espécies pode contribuir com informações acerca dos constituintes químicos e conseqüentemente gerar informações relacionadas a quimiotaxonomia e efeitos biológicos. No que tange o gênero *Ludwigia*, apenas dois trabalhos sobre a investigação da composição química do óleo essencial são encontrados (CARDOSO, ROCHA e CARAMÃO, 2013). Os óleos essenciais, uma mistura complexa de compostos orgânicos voláteis, recebem grande atenção da comunidade científica, pois são inúmeros os relatos de efeitos biológicos e aplicações, além da importância na contribuição quimiotaxonômica. Desta forma, fica claro a necessidade de expandir o conhecimento sobre o potencial das espécies do gênero *Ludwigia*. Com isto, o presente trabalho teve como objetivo a desreplicação molecular dos óleos essenciais de duas espécies de macrófitas aquáticas, *L. elegans* e *L. sericea*, visando a contribuição ao conhecimento quimiotaxonomico do gênero.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Macrófitas aquáticas

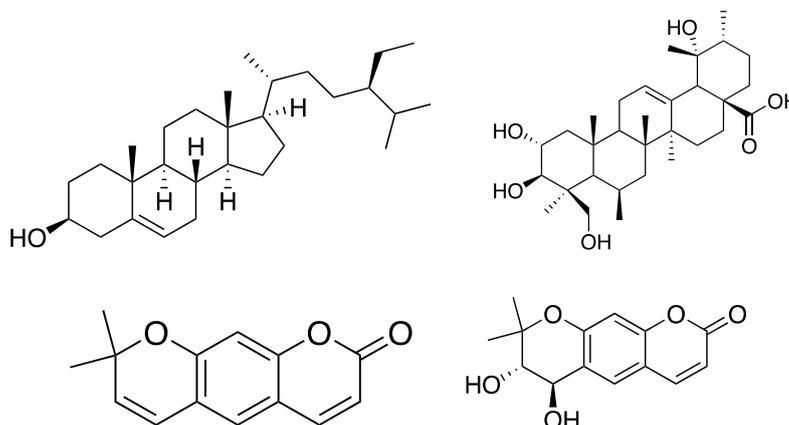
As macrófitas aquáticas, tradicionalmente chamadas de plantas aquáticas são espécies vegetais que ao longo de seu processo evolutivo adaptaram-se ao ambiente aquático de forma muito eficiente. São um grande grupo de vegetais com estimativa de aproximadamente 2600 espécies distribuídas por mais de 450 gêneros e em sete grandes grupos: cianobactérias, clorófitas, rodófitas, xantófitas, briófitas, pteridófitas e espematófitas (CHAMBERS *et al.*, 2008).

2.2 Gênero *Ludwigia*

O gênero *Ludwigia* pertence a família Onagraceae, que é representada por 22 gêneros e aproximadamente 657 espécies (WAGNER, et. al., 2007). No Brasil há quatro gêneros pertencentes a família Onagraceae, dentre eles o gênero *Ludwigia* que apresenta a maior quantidade de espécies, cerca de 48 (SOUSA, et. al., 2019). O gênero conta com espécies flutuantes fixas, livres e submersas, no entanto tem predominância de espécies anfíbias habitando locais úmidos ou brejos (SOUSA, et. al., 2019).

Entre os poucos estudos sobre a composição química das espécies do gênero, a espécie *hyssopifolia* apresentou em sua composição triterpenos, esteróides e cumarinas (figura 1) (RAO et al., 2013).

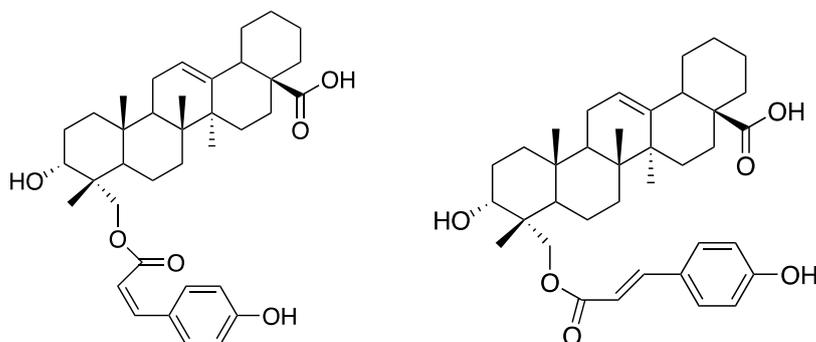
Figura 1: compostos isolados de *L. hyssopifolia*.



Fonte: RAO et al., 2013.

Estudos sobre a investigação fitoquímica de *L. octavaris* revelou a presença de triterpenos (figura 2) (CHANG, et. al, 2004).

Figura 2: Triterpenos isolados de *L. octavaris*.



Fonte: CHANG, et. al, 2004.

No que tange o estudo sobre a composição química de óleos essenciais, o perfil cromatográfico da espécie *L. lagunae* foi obtido a partir da análise por cromatográfica a gás e desrepliação por espectrometria de massas das folhas e inflorescências. Para as folhas 53 compostos foram anotados, sendo 22,1% classificados como monoterpenos e 78,9% sesquiterpenos. Para o óleo das inflorescências, 49 compostos foram anotados, sendo 21,9% classificados como monoterpenos e 78,1% como sesquiterpenos (CARDOSO, ROCHA e CARAMÃO, 2013).

Estudo realizado por Baky e colaboradores (2021) com *Ludwigia stolonifera* revelou uma composição química complexa com 85 compostos anotados e distribuídos em oito classes de compostos: hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos oxigenados, além de diterpenos, ácidos graxos, ésteres, monoterpenos, álcoois e esteroides.

3 METODOLOGIA

3.1 Identificação das espécies vegetais

As espécies vegetais foram coletadas no dia 25/04/2022 na cidade de Nazaré Paulista/SP, as margens da rodovia Dom Pedro I com coordenadas geográficas (-23.188937, -46.335110) em uma parede rochosa com grande umidade (Figura 3). Então foram encaminhadas para confirmação no Herbário Municipal de São Paulo e foram registradas como *Ludwigia sericea* (Cambess) H.Hara e *Ludwigia elegans* (Cambess) H.Hara com números de identificação (PMSP 22242) e (PMSP 22244), respectivamente (figuras 4 e 5).

Figura 3: Local de coleta das espécies estudadas



Fonte: Edgard Antonio Ferreira

Figura 4: *Ludwigia elegans* (Cambess) H.Hara



Fonte: Edgard Antonio Ferreira

Figura 5: *Ludwigia sericea* (Cambess) H.Hara



Fonte: Edgard Antonio Ferreira

3.2 Obtenção do óleo essencial de *L. elegans*

A obtenção do óleo essencial da espécie *L. elegans* ocorreu a partir de uma coleta realizada em 21/12/2023. A espécie recém coletada teve suas folhas removidas obtendo-se uma massa de 532 g. As folhas foram picadas e divididas em duas porções de 262 g. Em seguida foram transferidas para dois balões de fundo redondo. A estes balões foram adicionados 3,5 L de água deionizada. Em seguida foram submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger por um período de 4 horas.

O óleo essencial obtido no processo permaneceu na parte superior do reservatório coletor e este foi transferido com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e éter etílico como

solvente extrator para um frasco. Em seguida foi adicionado Na_2SO_4 para a remoção de água residual. O Na_2SO_4 foi removido por filtração e o éter etílico foi então evaporado gerando-se a massa de 9,0 mg para cada balão, assim totalizando 18 mg de óleo. O óleo foi então estocado sob refrigeração até a análise por cromatografia a gás e espectrometria de massas.

3.3 Obtenção do óleo essencial de *L. sericea*

Com o intuito de obter o óleo essencial da espécie *L. sericea*, uma nova coleta foi realizada em 31/12/2023. A espécie recém coletada teve suas folhas removidas obtendo-se uma massa de 666 g. As folhas foram picadas e divididas em duas porções de 333 g e então transferidas para dois balões de fundo redondo. A estes balões foram adicionados 3,5 L de água deionizada. Em seguida foram submetidas ao processo de hidrodestilação em aparelho de Clevenger por um período de 4 horas.

O óleo essencial obtido no processo permaneceu na parte superior do reservatório coletor e este foi transferido com o auxílio de uma pipeta de Pasteur e éter etílico como solvente extrator para um frasco. Em seguida foi adicionado Na_2SO_4 para a remoção de água residual. O Na_2SO_4 foi removido por filtração e o éter etílico foi então evaporado gerando-se a massa de 17 mg e 15,5 mg para cada balão, assim totalizando 32,5 mg de óleo. O óleo foi então estocado sob refrigeração até a análise por cromatografia a gás e espectrometria de massas.

3.4 Análise dos óleos essenciais por GC-MS

A análise dos óleos essenciais foi realizada pela técnica de cromatografia a gás e espectrometria de massas. Para isto as análises foram realizadas em um cromatógrafo a gás modelo Agilent 7890A acoplado a um espectrômetro de massa Agilent 5975C MSD. A análises foram conduzidas com a temperatura da fonte de ionização de 230°C (70 eV) e do quadrupolo 150°C, e faixa de detecção de massas de 20 a 750 Da.

O forno do cromatógrafo estava equipado com uma coluna capilar de sílica fundida HP-5 (30m x 0.25.mm, 0.25 μm de espessura do filme). A temperatura do injetor foi programada para 280°C, tendo Hélio como gás de arraste com fluxo de 1,37 mL/min e volume de injeção de 0,1 μL . Inicialmente, a temperatura da coluna foi mantida a 50 °C por 3,0 minutos e então gradualmente elevada a uma taxa de 3 °C/min até 270°C.

3.5 Desrepliação dos óleos essenciais

Para a desrepliação dos constituintes químicos presentes nos óleos essenciais foi realizado a comparação entre os espectros de massas obtidos e os espectros de massas do banco de dados do National Institute of Standards and Technology (NIST 17 MSLibrary) a partir do software ChemStation.

O índice de retenção (IR) de cada componente foi calculado com base nos tempos de retenção de uma série homóloga de *n*-alcanos C8-C40 (ADAMS, 2017) e então obtidos pela Equação 1.

$$IR = 100n + 100 \frac{(t_x - t_n)}{(t_{n+1} - t_n)} \quad (1)$$

onde:

n = menor número de átomos de carbono do padrão de alcanos;

t_x = tempo de retenção do composto (min);

t_n = tempo de retenção de *n*;

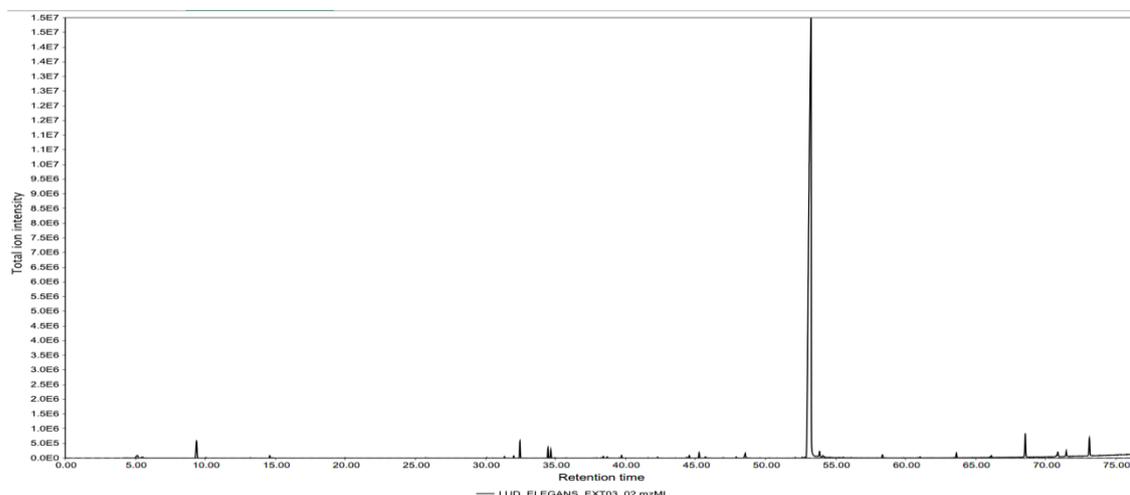
t_{n+1} = tempo de retenção do composto de *n*+1 átomos de carbono.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

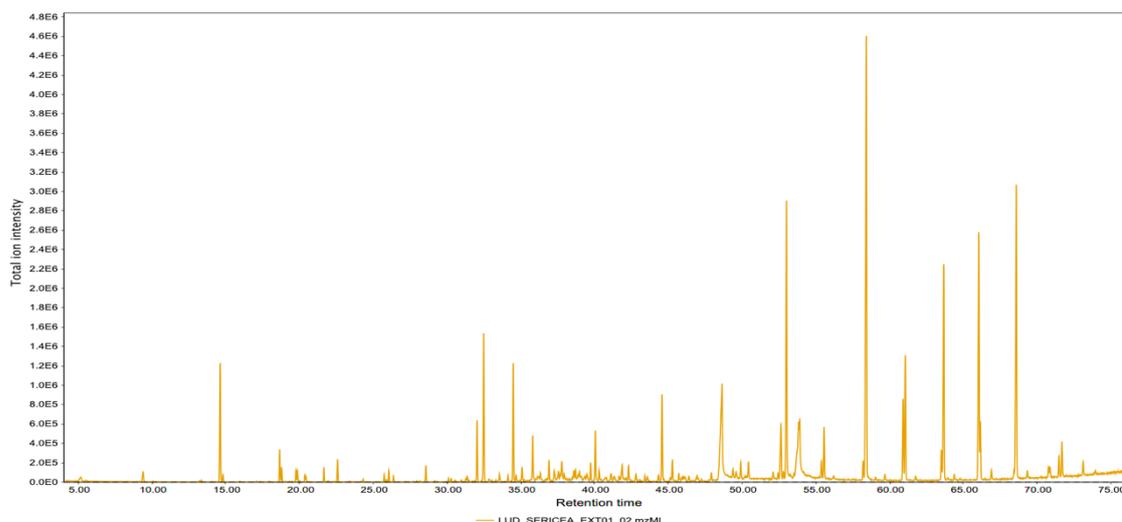
Os procedimentos de hidrodestilação a partir das folhas das espécies *L. elegans* e *L. sericeae* resultaram na obtenção de óleos com coloração amarelo palha e rendimento de 0,003 % e 0,005 %, respectivamente.

A obtenção do perfil cromatográfico de ambas as espécies resultou na observação de 83 compostos, dos quais 31 compostos para *L. elegans* e 71 compostos para a *L. sericeae*, além da ocorrência de 19 compostos presentes em ambas as espécies (Figuras 6 e 7).

Figura 6 – Perfil cromatográfico do óleo essencial de *Ludwigia elegans*.



Fonte: pessoal (2023).

Figura 7 – Perfil cromatográfico do óleo essencial de *Ludwigia sericea*.

Fonte: pessoal (2023).

A partir da análise por espectrometria de massas e desreplicação molecular, foi possível realizar a anotação de um total de 46 compostos.

Dentre os compostos anotados foi possível verificar a presença majoritária de compostos pertencentes a classe dos hidrocarbonetos alifáticos, seguido de álcoois, ácidos carboxílicos e aldeídos, o que corrobora com estudo realizado com a espécie *Ludwigia stolonifera* por Baky e colaboradores (2021) (Tabela 1).

Tabela 1 – Constituintes químicos dos óleos voláteis das espécies *L. elegans* e *L. sericeae*.

	Constituintes	TR	<i>L. elegans</i>		<i>L. sericea</i>		Índice de retenção literatura IR*
			%	IR	%	IR	
1	3-Hexen-1-ol	5,09	0,43	830	-	-	844
2	Não Identificado	5,48	0,18	849	-	-	-
3	1-Octen-3-ol	9,34	1,65	975	0,33	975	974
4	Linalool	14,57	0,16	1098	3,00	1099	1098
5	3,7-dimethyl-1,5,7-Octatrien-3-ol	14,76	-	-	0,19	1103	1106
6	α -Terpineol	18,61	-	-	0,76	1187	1185
7	Salicilato de metila	18,75	-	-	0,35	1190	1190
8	Carvomentenal	19,72	-	-	0,26	1212	1217
9	2-(4-methylcicloex-3-en-1-il)propanal	19,82	-	-	0,26	1214	1217
10	Geraniol	21,61	-	-	0,31	1254	1249
11	Não Identificado	22,53	-	-	0,57	1275	-

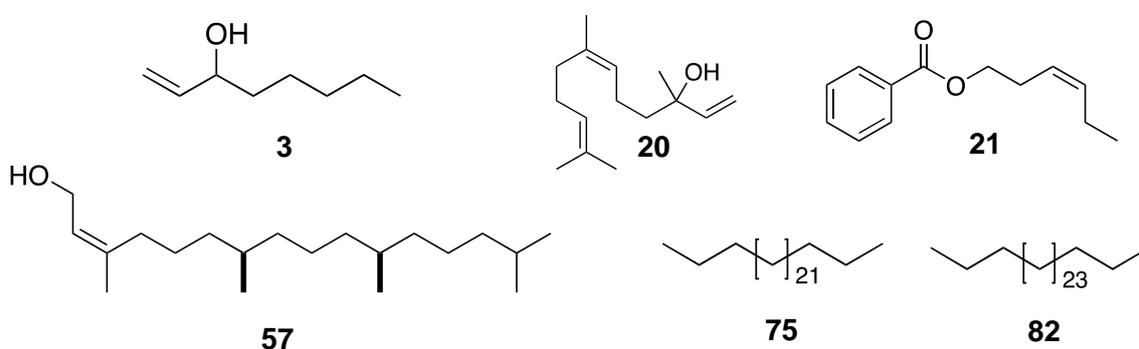
12	1,2-diidro-1,1,6-trimetilnaphthalene	25,69	-	-	0,17	1348	1355
13	Eugenol	26,01	-	-	0,26	1355	1356
14	Não Identificado	26,32	-	-	0,12	1363	1357
15	(E)-Cariofileno	28,52	-	-	0,40	1415	1417
16	(E)- β -Ionona	31,32	0,10	1483	-	-	1487
17	<i>n</i> -pentadecane	31,99	0,14	1500	1,51	1500	1500
18	α -Calacorene	33,51	-	-	0,24	1539	1544
19	Não Identificado	34,08	-	-	0,14	1554	-
20	(E)-nerolidol	34,42	0,63	1563	2,92	1563	1561
21	(3Z)-Benzoato de hexenila	34,64	0,52	1565	0,18	1568	1565
22	(Z)-diidroapofarnesol	35,04	-	-	0,36	1579	1571
23	Fokienol	35,76	-	-	1,30	1597	1596
24	Não Identificado	36,28	-	-	0,32	1611	-
25	γ -Eudesmol	36,87	-	-	0,52	1627	1630
26	Epi- α -Cadinol	37,22	-	-	0,41	1637	1638
27	Allo-epoxidoaromadendrene	37,51	-	-	0,38	1645	1639
28	Não Identificado	37,73	-	-	0,74	1651	-
29	Ácido linoelaidíco	38,38	0,12	1669	-	-	-
30	Não Identificado	38,55	-	-	0,31	1673	-
31	Não Identificado	38,66	0,12	1675	0,34	1675	-
32	Não Identificado	38,93	-	-	0,31	1684	-
33	Não Identificado	39,43	-	-	0,32	1697	-
34	Não Identificado	39,68	0,19	1704	-	-	-
35	Não Identificado	39,70	-	-	0,42	1705	-
36	<i>n</i> -Pentadecanal	40,01	-	-	1,34	1714	1711
37	Não Identificado	42,25	0,08	1778	-	-	-
38	(2Z,6E)-Farnesal	40,26	-	-	0,29	1721	1715
39	8- α -elemodiol	41,07	-	-	0,25	1744	1746
40	Ácido tetradecanóico	41,82	-	-	0,44	1766	1766
41	Não Identificado	42,26	-	-	0,40	1800	-
42	Acetato de bisabolol	42,76	-	-	0,23	1792	1798
43	Neofitadieno	44,33	0,09	1839	-	-	1840
44	Não identificado	44,28	-	-	0,19	1838	-
45	6,10,14-trimetilpentadecan-2-ona	44,51	0,21	1845	2,27	1845	1837
46	Não Identificado	45,23	-	-	0,57	1867	
47	1-Hexadecanol	45,66	0,14	1879	0,21	1879	1430
48	Isofitol	47,87	0,09	1948	0,20	1948	1946

49	Ácido <i>n</i> -Hexadecanóico	48,51	0,47	1968	6,07	1968	1959
50	Não Identificado	49,34	-	-	0,24	1994	-
51	<i>n</i> -Eicosane	49,54	-	-	0,23	2000,0	2000
52	Não Identificado	49,86	-	-	0,43	2010	-
53	Não Identificado	50,38	-	-	0,50	2028	-
54	Não Identificado	52,06	-	-	0,20	2083	-
55	<i>n</i> -Heneicosano	52,58	0,09	2100	1,91	2100	2100
56	Não Identificado	52,75	0,07	2105	-	-	-
57	Fitol	53,55	89,02	2121	7,98	2101	2111
58	octadecanoate de metila	53,79	-	-	2,98	2133	2128
59	Não Identificado	53,58	0,22	2134	-	-	-
60	Não Identificado	53,82	0,53	2142	-	-	-
61	Não Identificado	54,05	0,09	2150	-	-	-
62	Ácido 9,12,15-octadecatrienoico	53,86	-	-	1,70	2136	2143
63	Não Identificado	55,34	-	-	0,45	2193	-
64	<i>n</i> -Docosano	55,52	-	-	1,38	2200	2200
65	Não identificado	58,16	-	-	0,52	2297	-
66	<i>n</i> -Tricosano	58,30	0,22	2300	14,59	2302	2300
67	Não Identificado	60,87	-	-	2,30	2395	-
68	<i>n</i> -Tetracosano	61,00	0,09	2400	3,64	2400	2400
69	Não Identificado	63,46	-	-	0,85	2495	-
70	<i>n</i> -Pentacosano	63,59	0,32	2500	6,75	2501	2500
71	Não Identificado	65,99	-	-	7,41	2596	-
72	<i>n</i> -Hexacosano	66,08	0,16	2600	1,54	2600	2600
73	Não Identificado	66,86	-	-	0,30	2717	-
74	Não Identificado	68,40	-	-	0,22	2794	-
75	<i>n</i> -Heptacosano	68,51	1,75	2700	9,05	2702	2700
76	Não Identificado	69,29	-	-	0,23	2734	-
77	Não Identificado	70,72	-	-	0,29	2795	-
78	Não Identificado	70,82	-	-	0,32	2800	-
79	<i>n</i> -Octacosano	70,83	0,38	2800	-	-	2800
80	Não Identificado	71,43	0,36	2826	0,57	2826	-
81	Não Identificado	71,64	-	-	0,98	2836	-
82	<i>n</i> -Nonacosano	73,08	1,38	2900	0,41	2899	2900
83	Não identificado	76,10	-	-	1,86	3039	-
Porcentagem de identificação			98,16		77,57		

Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentre os compostos anotados para a espécie *L. elegans*, o fitol (**57**) apresentou proporção relativa de 89,02%. Estudo reportado na literatura por Moraes *et. al* (2014) indica que o fitol apresentou atividade anti-*Schistosoma mansoni*, assim o óleo volátil de *L. elegans* apresenta alto potencial contra anti-*Schistosoma mansoni* devido o alto teor de fitol em sua composição. Outros compostos anotados que apresentaram maiores quantidades foram *n*-heptacosano (**75**, 1,75%), 1-octen-3-ol (**3**, 1,65%), *n*-nonacosano (**82**, 1,38%), (*E*)-nerolidol (**20**, 0,63%), (3*Z*)-benzoato de hexenila (**21**, 0,52%) (figura 8), seguido de outros constituintes em menores quantidades.

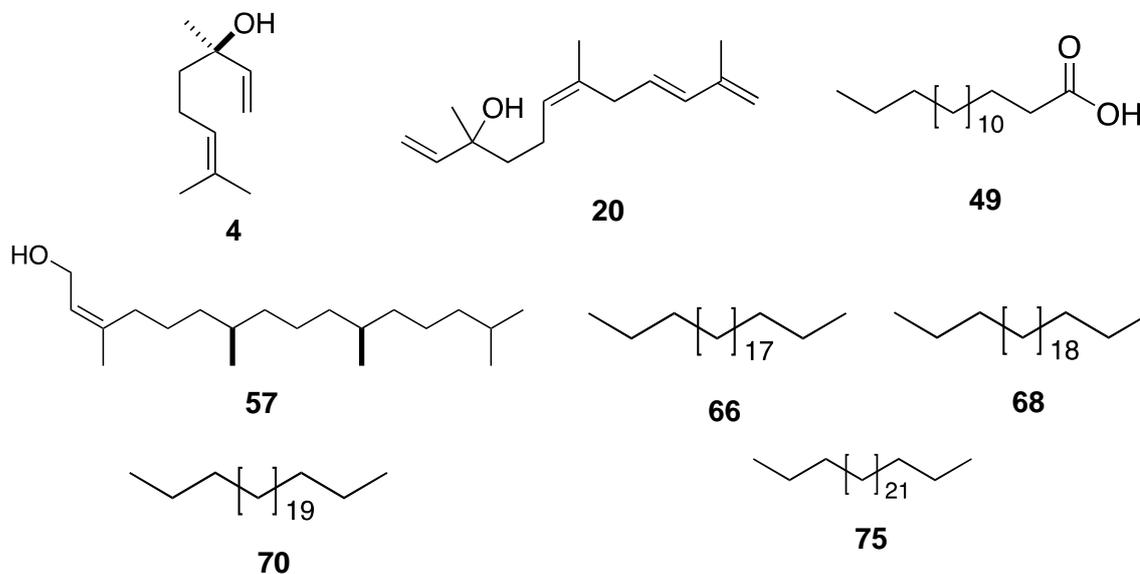
Figura 8: Compostos majoritários do óleo volátil de *L. elegans*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação a espécie *L. sericea*, dentre os compostos anotados, o majoritário foi o *n*-tricosano (**66**, 14,59 %), seguido por *n*-heptacosano (**75**, 9,05%), fitol (**57**, 7.98%), *n*-pentacosano (**70**, 6,75%), ácido *n*-hexadecanóico (**49**, 6,07%), linalool (**4**, 3%), *n*-tetracosano (**68**, 3,64%), (*E*)-nerolidol (**20**, 2,92%) (figura 9).

Figura 9: Compostos majoritários do óleo volátil de *L. sericea*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com base na análise dos resultados e comparação foi possível verificar que dos constituintes químicos presentes nos óleos, apenas 17 estão presentes em ambos. Ainda foi possível verificar que as proporções relativas necessariamente não apresentam nenhuma relação. O constituinte majoritário da espécie *Ludwigia elegans* foi o Phytol (89,02 %), enquanto, que para a espécie *Ludwigia sericea* o Tricosano (14,59 %) (tabela 2).

Tabela 2 – Constituintes anotados presentes em ambas as espécies

	Constituintes	TR	<i>L. elegans</i>	<i>L. sericea</i>
			%	%
3	1-Octen-3-ol	9,34	1,65	0,33
4	Linalool	14,57	0,16	3,00
17	<i>n</i> -Pentadecano	31,99	0,14	1,51
20	(<i>E</i>)-Nerolidol	34,42	0,63	2,92
21	(3 <i>Z</i>)-Benzoato de hexenila	34,64	0,52	0,18
46	6,10,14-trimetilpentadecan-2-ona	44,51	0,21	2,27
47	1-Hexadecanol	45,66	0,14	0,21
48	Isofitol	47,87	0,09	0,20
49	Ácido <i>n</i> -hexadecanóico	48,51	0,47	6,07
55	<i>n</i> -Heneicosano	52,58	0,09	1,91
57	Fitol	53,55	89,02	7,98
66	<i>n</i> -tricosano	58,30	0,22	14,59
68	<i>n</i> -Tetracosano	61,00	0,09	3,71
70	<i>n</i> -Pentacosano	63,59	0,32	6,75
72	<i>n</i> -Hexacosano	66,08	0,16	1,54
75	<i>n</i> -Heptacosano	68,51	1,75	9,05
82	<i>n</i> -Nonacosano	73,08	1,38	0,41

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies vegetais são importantes fontes de compostos, dentre eles, aqueles que apresenta propriedades biológicas, além de também contribuir com aspectos quimiotaxonomicos. Neste trabalho, as duas espécies apresentaram compostos relacionados com trabalho já descrito na literatura que corroboram com os dados apresentados. Este fato é significativo tendo em vista a obtenção de informações sobre características quimiotaxonômicas. Ademais, a espécie *L. elegans*, apresentou o fitol como composto majoritário representando 89,02% da composição, em que este apresenta atividade anti-*Schistosoma mansoni* reportado na literatura.

6 REFERÊNCIAS

- ADAMS, R. P.; **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. 4a ed., Allured Publishing: Carol Stream, 2017.
- BAKY, M.H., SHAWKY, E. M., ELGINDI, M. R., IBRAHIM, H. A. Comparative volatile profiling of *Ludwigia stolonifera* aerial parts and roots using VSE-GC-MS/MS and screening of antioxidant and metal chelation activities. **ACS Omega**, v.6, p. 24788-24794, 2021.
- CARDOSO, C. A. L.; ROCHA, C. G.; CARAMÃO, E. B. Volatile Compounds and Free Radical Scavenging Activity of Leaf and Flower Oil of *Ludwigia lagunae* (Onagraceae). **Journal of Essential Oil Bering Plants**, v. 16, p. 323-327, 2013.
- CHAMBERS, P. A., LACOU, P., MURPHY, K. J., THOMAZ, S. M. Global diversity of aquatic macrophytes in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 595, p. 9-26, 2008.
- CHANG, C. I.; CHANG, J.Y.; KUO, C. C.; KUO, Y. H. Three New Oleanane –Type Triterpenes from *Ludwigia octovalvis* with Cytotoxic Activity against Two Cancer Cell Lines. **Journal of Natural Products**, v. 67, p. 91-93, 2004.
- MORAES, J., OLIVEIRA, R. N., COSTA, J. P., JUNIOR, A. L. G., SOUSA, D. P., FREITAS, R. M., ALLEGRETTI, S. M., PINTO, P. L. Phytol, a Diterpene Alcohol from Chlorophyll, as a Drug against Neglected Tropical Disease Schistosomiasis Mansoni. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, v. 8, e2617.
- RAO, A. S., MERUGU, R., ATTHAPU, T. A New Triterpene from *Ludwigia hyssopifolia* (G.Don) Exell. **International Journal of Chemistry and Technology Research**, v.5, p. 342-346, 2013
- SOUSA, N. X. M.; VIEIRA, A. O. S.; COSTA, G. M.; AONA, L. Y. S. Caracteres importantes na identificação de espécies de *Ludwigia* (Onagraceae) ocorrentes no Recôncavo da Bahia, Brasil. **Rodriguésia**, v. 70, e01392018, 2019.
- WAGNER, W.L.; HOCH, P.C.; RAVEN, P.H. Revised Classification of the Onagraceae. **Systematic Botany Monographs**. V.83, p. 240, 2007.

WEANER, J. E.; CLEMENTS, F. E. 1983. **Plants Ecology**. Mac Graw Hill. New York.

Contatos: lorena.meirelles@mackenzista.com.br e edgard.ferreira@mackenzie.br