

**ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
DOS HIDROLATOS NA
SUPLEMENTAÇÃO DOS
MEIOS DE CULTIVO
CELULAR IN VITRO: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

**ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HYDROLATES IN THE SUPPLEMENTATION OF
IN VITRO CELL CULTURE MEDIA: AN INTEGRATIVE REVIEW**

Ciências Biológicas • 15/03/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/773554334](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/773554334)

Antonio Neudimar Bastos Costa¹

Alesandro Lima de Vasconcelos²

Elaine Cristina Bezerra Bastos³

Magda Elisa Turini da Cunha⁴

Regislane Pinto Ribeiro⁵

Maria Gleiciane de Queiroz Martins⁶

Lucas Martins Sampaio Silva⁷

José Jackson do Nascimento Costa⁸

RESUMO

O artigo analisa a atividade antioxidante de hidrolatos utilizados na suplementação de meios de cultivo celular em experimentos *in vitro* por meio de uma revisão integrativa da literatura científica. O estudo teve como objetivo compreender como esses subprodutos da destilação de plantas aromáticas vêm sendo empregados em testes laboratoriais e quais contribuições apresentam para a modulação de espécies reativas de oxigênio durante o cultivo celular. A metodologia baseou-se nas recomendações do protocolo PRISMA e utilizou a estratégia PICO para orientar a busca nas bases de dados SciELO, Biblioteca Virtual em Saúde e MEDLINE/PubMed, com seleção de estudos publicados entre 2020 e janeiro de 2026. A triagem resultou na inclusão de quatro estudos experimentais que investigaram hidrolatos obtidos de diferentes espécies vegetais, avaliando sua composição química e suas propriedades biológicas em sistemas celulares. Os resultados evidenciaram a presença de diversos compostos bioativos, como humulenol, 1,8-cineol, ϵ -pinocarveol, geranial, neral e geraniol, associados a atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas em ensaios *in vitro*, além de efeitos positivos sobre a migração celular e modulação de mediadores inflamatórios. Os estudos também indicaram elevada biocompatibilidade em diferentes linhagens celulares, reforçando o potencial de aplicação desses compostos em biotecnologia e em formulações dermatológicas. Conclui-se que os hidrolatos apresentam propriedades biológicas relevantes e constituem fontes promissoras de metabólitos naturais para suplementação de meios de cultivo celular, embora a literatura ainda seja limitada e novos estudos experimentais sejam necessários para aprofundar o conhecimento sobre seus mecanismos de ação, padronização de concentrações e segurança em diferentes modelos celulares.

Palavras-chave: Hidrolatos. Atividade antioxidante. Cultivo celular in vitro. Compostos bioativos. Biotecnologia.

ABSTRACT

The article analyzes the antioxidant activity of hydrolates used in the supplementation of cell culture media in in vitro experiments through an integrative literature review. The study aimed to understand how these by-products of aromatic plant distillation have been used in laboratory assays and what contributions they provide to the modulation of reactive oxygen species during cell cultivation. The methodology followed the recommendations of the PRISMA protocol and applied the PICO strategy to guide the search in the SciELO, Virtual Health Library, and MEDLINE/PubMed databases, selecting studies published between 2020 and January 2026. The screening process resulted in the inclusion of four experimental studies that investigated hydrolates obtained from different plant species, evaluating their chemical composition and biological properties in cellular systems. The results revealed the presence of several bioactive compounds, including humulenol, 1,8-cineole, ϵ -pinocarveol, geranial, neral, and geraniol, which are associated with antioxidant, anti-inflammatory, and antimicrobial activities in in vitro assays, as well as positive effects on cell migration and modulation of inflammatory mediators. The studies also indicated high biocompatibility in different cell lines, highlighting the potential application of these compounds in biotechnology and dermatological formulations. The findings indicate that hydrolates represent promising sources of natural metabolites for supplementation of cell culture media, although the available literature remains limited and further experimental research is required to expand knowledge about their mechanisms of action, concentration standardization, and safety in different cellular

models.

Keywords: Hydrolates. Antioxidant activity. In vitro cell culture. Bioactive compounds. Biotechnology.

1. INTRODUÇÃO

As plantas têm sido utilizadas para a produção de preparações medicinais desde tempos imemoriais. Diferentes partes da planta têm sido utilizadas para esse fim (folhas, flores, frutos, rizomas, raízes, caules ou cascas), na forma de extratos ou misturas. Nos últimos anos, observa-se um crescente interesse entre cientistas, fabricantes e consumidores por extratos vegetais e **fitoquímicos**, como os óleos essenciais e os hidrolatos, com composição química variada e ricos em componentes bioativos (Jakubczyk *et al.*, 2021).

Os hidrolatos, também conhecidos como hidrossóis, hidrofloratos, resíduos de plantas aromáticas, água aromática, água floral, água aromática essencial e extrato aquoso, são subprodutos da destilação de plantas aromáticas para a obtenção de óleos essenciais, surgem como alternativas ecologicamente corretas com propriedades antioxidantes, antimicrobianas entre outras (Almeida *et al.*, 2024).

A caracterização química do hidrolato é importante para a compreensão de sua composição, avaliação e análise do seu potencial biológico. A segurança pode ser avaliada preliminarmente pela análise de sua composição em comparação com seus respectivos óleos essenciais e com a literatura existente (Munro *et al.*, 2006).

Dessa forma, torna-se necessário compreender de que maneira os hidrolatos vêm sendo utilizados em testes *in vitro* em meios de cultivo e quais avanços têm sido promovidos por esse uso. Para isso,

este estudo tem como objetivo analisar, com base em publicações recentes, os resultados de experimentos que utilizaram hidrolato e seus metabólitos nos teste de cultivos *in vitro*, visando o aprimoramento dos meios de cultura celular.

2. METODOLOGIA

2.1. Tipo de Estudo

O presente estudo constitui-se de uma revisão integrativa embasada nas recomendações do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). As etapas envolvidas na realização do estudo foram: Formulação da questão norteadora; Busca literária nas bases de dados; Coleta de dados dos estudos; Análise crítica dos estudos selecionados e apresentação da revisão integrativa (Souza *et al.*, 2010).

2.2. Informações e Estratégia de Pesquisa

Para isso, esta revisão integrativa foi guiada pela questão de pesquisa formulada segundo o mnemônico PICO, em que P = População, I = Interesse e Co = Contexto, que auxilia na descrição do foco, escopo e aplicabilidade da revisão de literatura. Assim, “P” representa o uso dos hidrolatos, “I” representa os estudo *in vitro* e “Co” representa os efeito na formação de espécies reativas de oxigênio (ERO's), resultando na seguinte questão de pesquisa: “Como os hidrolatos tem sido utilizados, em teste *in vitro*, na modulação da formação de espécies reativas de oxigênio (EROS) durante o cultivo?”.

Foram implementadas algumas estratégias para facilitar a leitura e a extração de dados estruturados em torno da questão de pesquisa.

Os textos foram organizados em uma planilha do Microsoft Excel® 2016, extraindo-se informações relevantes para sua categorização, descrição e interpretação. A sistematização, o tratamento e a análise dos artigos foram realizados independentemente por dois pesquisadores. As seguintes informações foram extraídas: título, idioma, tipo do estudo, país e ano de publicação, principais resultados e resumo das conclusões. O software Mendeley® foi utilizado para gerenciar as referências.

2.3. Critérios de Elegibilidade

2.3.1. Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão consistiram em estudos que abordassem o tema da pesquisa (“Como os hidrolatos tem sido utilizados, em teste *in vitro*, na modulação da formação de espécies reativas de oxigênio (EROS) durante o cultivo?”.) e que estivessem disponíveis na íntegra a partir de 2020 até janeiro de 2026. Não foram aplicadas restrições quanto ao idioma ou desenho do estudo. Publicações duplicadas e investigações que não abordassem a questão de pesquisa foram excluídas.

2.3.2. Critérios de Exclusão

Para a exclusão de artigos, foram avaliados critérios como assuntos não correlatos com a pergunta em questão, relatos de caso, capítulos de livros, cartas ao editor, opiniões, resumos de submissões, revisões.

2.4. Fontes de Informações

A estratégia de busca seguiu o framework PICO e foi realizada em consonância com a questão de pesquisa, agrupando termos MeSH (Medical Subject Headings) e palavras-chave do site Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) . As seguintes bases de dados foram selecionadas para a busca eletrônica: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Virtual Health Library (VHL) e MEDLINE/PubMed (via National Library of Medicine).

Foram utilizados os descritores “hydrolate”, “antioxidant” e “in vitro biological activity”, bem como seus equivalentes em português. A estratégia de busca foi: (hydrolate) AND (antioxidant) AND (in vitro biological activity). Quanto às configurações ou filtros adicionais de busca, na base de dados VHL, foram incluídos os filtros “título, resumo, assunto”; na base de dados SciELO, foi selecionado o item “todos os índices” e, no PubMed, foi adicionado o filtro “todos os campos”. A busca eletrônica foi realizada em janeiro de 2026 e revisada em fevereiro de 2026.

2.5. Seleção dos Estudos

Após a remoção das publicações duplicadas, a seleção foi realizada em duas fases. Na fase 1 foram lidos os títulos e resumos de todas as citações das bases de dados. Essa fase foi realizada usando um aplicativo da web para revisões (Rayyan®, Qatar Computing Research Institute, Doha, Qatar) (OUZZANI et al., 2016). Artigos que não atenderam aos critérios de inclusão foram excluídos. Na fase 2 foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão aos textos completos dos artigos.

2.6. Coleta de Dados

Dos estudos selecionados foram registradas as seguintes informações, no primeiro quadro: (1) título; (2) autor; (3) idioma; (4) tipo de estudo; país e ano da publicação. No segundo quadro: (5) objetivo do estudo; (6) resultados de interesse para a revisão integrativa; (7) conclusão dos estudos de acordo com os autores.

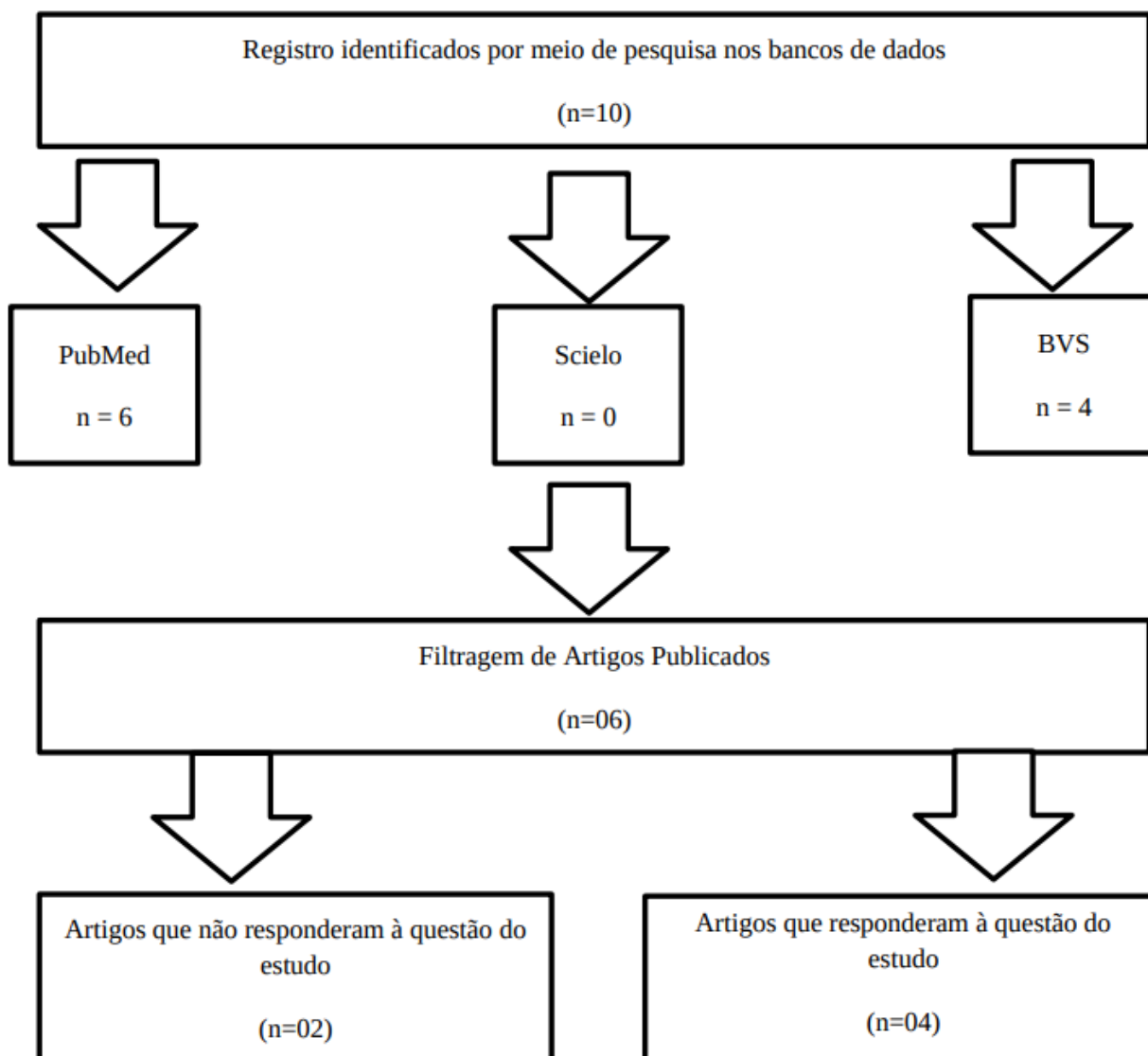
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Triagem da Pesquisa

Inicialmente, foram encontrados 10 (dez) artigos nas três principais bases de dados eletrônicas: PubMed (06), Scielo (0) e BVS (04). Em seguida, foi feita a remoção dos trabalhos duplicados, além de filtragem, permanecendo 06 (seis). Após isso, estes passaram pela leitura dos títulos e resumos, sendo eliminados, ficando seis (06) estudos selecionados para a leitura completa do texto. Os seis (06) estudos foram para avaliação de elegibilidade de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. No final, 04 (quatro) estudos atenderam aos critérios de inclusão e foram considerados para esta pesquisa.

O gráfico 1 mostra como foi realizado a seleção de estudos de acordo com o fluxograma Prisma.

Gráfico 01 - Fluxograma Prisma



3.2. Resultados do Estudo

Os resultados obtidos através da análise dos artigos selecionados para o estudo foram apresentados em tabelas contendo as seguintes informações, na Tabela 1: (1) título; (2) autor; (3) idioma; (4) tipo de estudo; país e ano da publicação. Na tabela 2: (5) objetivo do estudo; (6) resultados de interesse para a revisão integrativa; (7) conclusão dos estudos de acordo com os autores.

Tabela 01: Título, Autor, Idioma, Tipo de Estudo, País e ano da Publicação.

	Título	Autor	Idioma	Tipo de Estudo	País/A da

01	Humulus lupulus aqueous extract and hydrolate as a	Valente et al., 2024.	Inglês	Experimental	Public Portoç 2024
----	--	-----------------------	--------	--------------	--------------------------

△ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/atividade-antioxidante-dos-hidrolatos-na-suplementacao-dos-meios-de-cultivo-celular-in-vitro-uma-revisao-integrativa?noblockage>

Tabela 02: Objetivo do estudo; Resultados; Conclusão.

	Objetivo do Estudo	Resultados	Resumo da Conclusão
01	Avaliar as atividades biológicas de <i>H. lupulus</i> , com o objetivo de avaliar o seu potencial de inclusão em formulações cosméticas.	O humulenol foi o composto mais abundante nos hidrolatos das partes florais (FH); FH foi capaz de inibir o crescimento de <i>Staphylococcus aureus</i> (50% v/v); O FH apresentou baixo potencial antioxidante no teste de eliminação de DPPH e demonstrou efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios significativos, reduzindo (***) $p <$	Os extratos aquosos e hidrolatos de <i>H. lupulus</i> estudados revelaram que o FH se destaca como a fonte bioativa mais promissora para formulações cosméticas. No entanto, pesquisas futuras abordando a atividade antimicrobiana são necessárias para confirmar seu potencial de incorporação em formulações

		<p>0,001) os níveis intracelulares de espécies reativas de oxigênio (ROS), óxido nítrico (NO) (**p < 0,001) e a expressão da proteína ciclooxigenase-2 (COX-2) (**p < 0,001) em macrófagos estimulados por lipopolissacarídeo (LPS). FH exibiu citotoxicidade em altas concentrações em fibroblastos 3T3 e macrófagos RAW 264.7.</p>	<p>dermatológicas e cosméticas.</p>
02	<p>Investigar as bioatividades relevantes relacionadas à aplicação tradicional de óleos essenciais (OE) e hidrolatos (subprodutos da produção de OE) em afecções cutâneas. Especificamente, suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, citotóxicas, cicatrizantes e antimicrobianas *in vitro* foram</p>	<p>Os principais compostos presentes nos hidrolatos de Thymus mastichina e Cistus ladanifer foram 1,8-cineol e ε-pinocarveol, respectivamente; O óleo essencial e o hidrolato de Cistus ladanifer aumentaram a migração de fibroblastos em 155,7% e 148,4%, respectivamente; O hidrolato de Thymus</p>	<p>Os preparados de CL apresentaram potencial anti-inflamatório e de reparação cutânea. O hidrolato de TM apresentou um perfil de biocompatibilidade interessante em ambas as linhagens celulares, demonstrando também potencial anti-inflamatório.</p>

	<p>avaliadas. A composição química dos OE e dos respectivos hidrolatos também foi caracterizada.</p>	<p>mastichina apresentou atividade mais branda que o hidrolato de <i>Cistus ladanifer</i>, mas ainda com potencial cicatrizante, aumentando a migração celular em 125,1%.</p>	
03	<p>Determinar a composição do óleo essencial e do hidrolato de <i>D. moldavica</i> (DMEO e DMH, respectivamente), cultivada como planta produtora de óleo essencial na República da Sérvia e destilada em condições semi-industriais, bem como as atividades antioxidantes e antimicrobianas in vitro.</p>	<p>O hidrolato foram identificados 23 compostos (representando 96,0%), sendo os mais abundantes o geranial (23,4%), o neral (22,4%) e o geraniol (21,3%); DMEO exibiu um potencial antioxidante significativamente maior do que o DMH;</p>	<p>O óleo essencial de <i>D. moldavica</i> (DMEO) e o hidrolato (DMH), como fontes significativas desses compostos, são matérias-primas promissoras para diversas aplicações.</p>
04	<p>Avaliar o potencial antiacneico de duas preparações de <i>Thymus citriodorus</i> (TC), o óleo essencial (OE) e o hidrolato, para uso como ingredientes ativos em aplicações dermatológicas.</p>	<p>O hidrolato revelou concentração inibitória mínima visual apenas para <i>C. acnes</i>; O hidrolato apresentou um efeito antibiofilme mais modesto</p>	<p>O hidrolato de TC, por apresentar maior biocompatibilidade, potencial anti-inflamatório e capacidade de modular a virulência de <i>C. acnes</i>, pode ser vantajoso em um</p>

	<p>Especificamente, pretendemos validar seu potencial antiacneico descrevendo sua atividade sobre bactérias relacionadas à acne, virulência bacteriana, potencial antioxidante e anti-inflamatório, e biocompatibilidade e em células inflamatórias.</p>	<p>comparado ao Óleo Essencial; Em relação à atividade anti-inflamatória, o hidrolato de <i>Thymus citriodorus</i> apresentou maior biocompatibilidade e celular; Tanto o óleo essencial quanto o hidrolato apresentaram baixa atividade antioxidante.</p>	<p>produto para uso diário.</p>
--	--	--	---------------------------------

Pode-se verificar resultados promissores com a utilização de hidrolatos em testes *in vitro*. Porém ainda são necessários mais estudos, com o objetivo de investigar mais a fundo para abrir novos caminhos e desvendar o verdadeiro potencial desse tipo produto.

Valente *et al.* (2024), analisa e avalia as atividades antimicrobiana, citotóxica, antioxidante e anti-inflamatória da *Humulus lupulus*, usando o extrato aquoso e o hidrolato. Os perfis químicos dos extratos aquosos e dos hidrolatos foram identificados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) e cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS). Sendo identificados polifenóis, α -ácidos, β -ácidos e hidrocarbonetos, que contribuem para as propriedades medicinais da planta. Como destaque para rutina e o humulenol como componentes majoritários do extrato aquoso e do hidrolato, respectivamente. O trabalho se destaca por apresentar como fonte bioativa mais promissora para formulações cosméticas (Valente *et al.*, 2024).

Como o objetivo de avaliar as propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, citotóxicas, cicatrizantes e antimicrobianas dos óleos essenciais e dos hidrolatos das plantas *Thymus mastichina* L. e *Cistus ladanifer* L. Oliveira *et al.* (2023) evidenciou que os hidrolatos por serem um subproduto dos óleos essenciais, mantêm algumas atividades biológicas dos óleos essenciais (Oliveira *et al.*, 2023).

Aćimović *et al.* (2022) em seu estudo, também avalia as propriedades antioxidantes e antimicrobianas *in vitro* do óleo essencial e seu respectivo hidrolato da *Dracocephalum moldavica* L., podendo verificar que seu óleo essencial apresentou maior potencial antioxidante em relação ao hidrolato, mas o autor exalta que tanto o óleo essencial como o hidrolato são fontes significativas de composto com atividade biológica e necessitam de mais estudos complementares (Aćimović *et al.*, 2022).

Por fim, os achados apresentados por Oliveira *et al.* (2022), foram testados o óleo essencial e o hidrolato da *Thymus citriodorus*, ao final foi demonstrado que o hidrolato da *Thymus citriodorus*, apresentou efeitos antimicrobianos, anti-inflamatório, antioxidante, porém efeitos mais modestos comparados ao do seu respectivo óleo essencial (Oliveira *et al.*, 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão integrativa evidenciam que os óleos essenciais e os hidrolatos provenientes de diferentes espécies vegetais demonstram expressivo potencial efeitos biológicos, como agentes antioxidantes em sistemas de cultivo celular *in vitro*, efeitos antimicrobianos, efeitos anti-inflamatórios.

Compostos naturais como o humulenol encontrado no *Humulus lupulus*, 1,8-cineol encontrado na *Thymus mastichina*, ε-pinocarveol encontrada na *Cistus ladanifer*, são exemplos de compostos que foram identificados através da determinação dos perfis químicos desses hidrolatos. Porém, pouquíssimos estudos existem sobre o potencial do hidrolato na literatura

Contudo, permanece a necessidade da realização de estudos comparativos entre os óleos essenciais e seus respectivos hidrolatos, a fim de determinar suas faixas seguras e mecanismos de ação específicos. A padronização das concentrações, bem como a avaliação de seus efeitos em diferentes espécies e linhagens celulares, é essencial para consolidar a aplicabilidade dessas substâncias em protocolos de biotecnologia em cultivo celular *in vitro*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Souza, M. T.; Silva, M. D.; Carvalho, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein** (São Paulo), v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

Ouzzani, H.; et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 5, n. 210, p. 1-10, 2016.

Jakubczyk K, Tuchowska A, Janda-Milczarek K. Plant hydrolates - Antioxidant properties, chemical composition and potential applications. **Biomed Pharmacother**. 2021 Oct;142:112033. doi: 10.1016/j.biopha.2021.112033. Epub 2021 Aug 17. PMID: 34416628.

Almeida HHS, Fernandes IP, Amaral JS, Rodrigues AE, Barreiro MF. Unlocking the Potential of Hydrosols: Transforming Essential Oil Byproducts into Valuable **Resources**. **Molecules**. 2024 Sep

30;29(19):4660. doi: 10.3390/molecules29194660. PMID: 39407589; PMCID: PMC11477756.

Munro, I.C.; Danielewska-Nikiel, B. Comparison of Estimated Daily Intakes of Flavouring Substances with No-Observed-Effect Levels. **Food Chem. Toxicol.** 2006, *44*, 758–809.

Valente JV, Palmeira-de-Oliveira R, Guiomar L, Vaz CV, Rolo J, Gaspar C, Oliveira AS, Caramelo D, Breitenfeld L, Gonçalves JC, Delgado F, Martinez-de-Oliveira J, Palmeira-de-Oliveira A. Humulus lupulus aqueous extract and hydrolate as a potential ingredient for cosmetics: chemical characterization and in vitro antimicrobial, cytotoxicity, antioxidant and anti-inflammatory assessment. **Fitoterapia.** 2024 Jun;175:105861. doi: 10.1016/j.fitote.2024.105861. Epub 2024 Feb 12. PMID: 38354824.

Oliveira AS, Rolo J, Gaspar C, Ramos L, Cavaleiro C, Salgueiro L, Palmeira-de-Oliveira R, Teixeira JP, Martinez-de-Oliveira J, Palmeira-de-Oliveira A. Thymus mastichina (L.) L. and Cistus ladanifer L. for skin application: chemical characterization and in vitro bioactivity assessment. **J Ethnopharmacol.** 2023 Feb 10;302(Pt A):115830. doi: 10.1016/j.jep.2022.115830. Epub 2022 Oct 13. PMID: 36243295.

Aćimović M, Šovljanski O, Šeregelj V, Pezo L, Zheljaskov VD, Ljujić J, Tomić A, Četković G, Čanadanović-Brunet J, Miljković A, Vujisić L. Chemical Composition, Antioxidant, and Antimicrobial Activity of Dracocephalum moldavica L. Essential Oil and Hydrolate. **Plants (Basel).** 2022 Mar 31;11(7):941. doi: 10.3390/plants11070941. PMID: 35406925; PMCID: PMC9002726.

Oliveira AS, Rolo J, Gaspar C, Cavaleiro C, Salgueiro L, Palmeira-de-Oliveira R, Ferraz C, Coelho S, Pastorinho MR, Sousa AC, Teixeira JP,

Martinez-de-Oliveira J, Palmeira-de-Oliveira A. Chemical characterization and bioactive potential of *Thymus citriodorus* (Pers.) Schreb. preparations for anti-acne applications: Antimicrobial, anti-biofilm, anti-inflammatory and safety profiles. **J Ethnopharmacol.** 2022 Apr 6;287:114935. doi: 10.1016/j.jep.2021.114935. Epub 2021 Dec 24. PMID: 34954264.

¹ Discente do Mestrado em Biotecnologia pelo Centro Universitário INTA (UNINTA) *Campus* Sobral. E-mail: neudimar.bastos@gmail.com.

² Mestre em Biotecnologia pelo Centro Universitário INTA (UNINTA) *Campus* Sobral. E-mail: alesandrovasconcelos8@gmail.com.

³ Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Ceará (UFC) *Campus* Sobral. E-mail: elainecrixbezerra@gmail.com.

⁴ Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Docente do Centro Universitário INTA (UNINTA) *Campus* Sobral. E-mail: magdaturini@uninta.edu.br.

⁵ Doutora em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia (Renorbio/UFC). Pesquisadora no Laboratório de Biotecnologia e Fisiologia da Reprodução (LABIREP) - UFC *Campus* Sobral. E-mail: regislaneribeiro02@gmail.com.