

Artigo

**Revisão sistemática das propriedades medicinais da erva “macela” (*Achyrocline satureioides*)**

*Systematic review of the medicinal properties of the herb “macela” (*Achyrocline satureioides*)*

Joélia Resende Pereira da Silva<sup>1</sup>, Anubes Pereira de Castro<sup>2</sup>, Renata da Silva Adonias Nunes<sup>3</sup> e Francisco Ricardo Resende da Nóbrega<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mestranda em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. ORCID: 0009-0006-5663-7811. E-mail: [joeliareseende@hotmail.com](mailto:joeliareseende@hotmail.com);

<sup>2</sup>Doutora em Saúde Pública pela Ensp/Fiocruz, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Docente na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. ORCID: 0000-0002-3795-5666. E-mail: [anubescastro@gmail.com](mailto:anubescastro@gmail.com);

<sup>3</sup>Mestranda em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. ORCID: 0009-0000-4104-3515. E-mail: [enf.renatadantas@hotmail.com](mailto:enf.renatadantas@hotmail.com);

<sup>4</sup>Mestrando em Gestão e Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba. ORCID: 0009-0008-7879-6260. E-mail: [ricardoresendenutri@gmail.com](mailto:ricardoresendenutri@gmail.com).

Submetido em: 02/12/2025, revisado em: 09/12/2025 e aceito para publicação em: 11/12/2025.

**RESUMO:** Esta revisão sistemática avaliou 23 estudos sobre as propriedades medicinais da *Achyrocline satureioides* (Macela), uma planta amplamente utilizada na medicina tradicional sul-americana. A pesquisa revelou que a Macela possui diversas atividades terapêuticas, incluindo propriedades antioxidante, anti-inflamatória, anticancerígena, hepatoprotetora, neuroprotetora, imunomoduladora e antibacteriana. Estudos *in vitro* e *in vivo* demonstraram a eficácia dos extratos de Macela na neutralização de radicais livres, redução da inflamação, indução de apoptose em células cancerígenas, proteção hepática contra toxinas, proteção neurológica contra isquemia, modulação do sistema imunológico e inibição de crescimento bacteriano. Apesar dos resultados promissores, a aplicação clínica da Macela enfrenta desafios significativos. A maioria dos estudos revisados foi realizada em modelos pré-clínicos, com uma carência de ensaios clínicos em humanos para confirmar a eficácia e segurança dos compostos bioativos. Além disso, a variabilidade na composição química dos extratos, influenciada por fatores como condições de cultivo, época de colheita e métodos de extração, destaca a necessidade urgente de padronização para garantir a consistência e eficácia dos produtos. Estudos futuros devem se concentrar em ensaios clínicos bem desenhados para validar os benefícios terapêuticos da Macela em humanos. Também é indispensável explorar os mecanismos moleculares subjacentes às suas atividades terapêuticas e investigar as interações sinérgicas entre seus compostos bioativos. A adoção de práticas de cultivo sustentável e a avaliação do impacto econômico e social do cultivo de Macela são essenciais para garantir sua disponibilidade contínua e integração como um fitoterápico viável.

**Palavras-chave:** *Achyrocline satureioides*; Macela; propriedades medicinais; fitoterápico.

**ABSTRACT:** This systematic review evaluated 23 studies on the medicinal properties of *Achyrocline satureioides* (Macela), a plant widely used in traditional South American medicine. The research revealed that Macela possesses various therapeutic activities, including antioxidant, anti-inflammatory, anticancer, hepatoprotective, neuroprotective, immunomodulatory, and antibacterial properties. *In vitro* and *in vivo* studies demonstrated the efficacy of Macela extracts in neutralizing free radicals, reducing inflammation, inducing apoptosis in cancer cells, protecting the liver against toxins, providing neurological protection against ischemia, modulating the immune system, and inhibiting bacterial growth. Despite the promising results, the clinical application of Macela faces significant challenges. Most of the reviewed studies were conducted in preclinical models, with a lack of clinical trials in humans to confirm the efficacy and safety of the bioactive compounds. Additionally, the variability in the chemical composition of the extracts, influenced by factors such as cultivation conditions, harvest time, and extraction methods, highlights the urgent need for standardization to ensure product consistency and efficacy. Future studies should focus on well-designed clinical trials to validate the therapeutic benefits of Macela in humans. It is also crucial to explore the molecular mechanisms underlying its therapeutic activities and investigate the synergistic interactions between its bioactive compounds. Adopting sustainable cultivation practices and evaluating the economic and social impact of Macela cultivation are essential to ensure its continuous availability and integration as a viable phytotherapeutic agent.

**Keywords:** *Achyrocline satureioides*; Macela; medicinal properties; phytotherapeutic.

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A *Achyrocline satureioides*, conhecida popularmente como Macela, é uma planta medicinal amplamente utilizada na medicina tradicional sul-americana. Originária de regiões como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, a Macela é conhecida por suas flores amarelas e fragrantas que florescem no verão. Historicamente, as comunidades indígenas e rurais têm

utilizado a Macela para tratar uma variedade de condições médicas devido às suas propriedades terapêuticas (Moreira et al., 2017).

As propriedades medicinais da Macela incluem efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, antiespasmódicos e hepatoprotetores. Estudos mostram que os compostos bioativos presentes na planta, como flavonoides e ácidos fenólicos, desempenham um papel ímpar na sua eficácia terapêutica. Esses compostos ajudam a reduzir a

inflamação, combater os radicais livres e proteger o fígado contra danos (Carini et al., 2014).

Com o avanço da pesquisa científica, a Macela tem ganhado atenção internacional devido aos seus potenciais benefícios terapêuticos. Estudos têm demonstrado que a planta possui uma ampla gama de compostos bioativos, incluindo flavonoides, terpenoides e ácidos fenólicos, que contribuem para suas propriedades medicinais. A diversidade de aplicações terapêuticas da Macela, que vão desde o tratamento de inflamações e distúrbios digestivos até a prevenção de doenças crônicas, faz dela uma planta de grande interesse tanto para a medicina tradicional quanto para a ciência moderna.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A pesquisa científica tem corroborado muitos dos usos tradicionais da Macela, especialmente no tratamento de distúrbios digestivos, espasmos abdominais e manifestações de gripe. Além disso, novas pesquisas estão explorando os potenciais efeitos da Macela em áreas como a saúde cardiovascular e a prevenção de câncer, destacando seu amplo espectro de benefícios terapêuticos (Maróva et al., 2023).

Na fitoterapia, a Macela é valorizada por sua eficácia e segurança. É frequentemente utilizada na forma de chás, extratos e tinturas. Sua baixa toxicidade a torna uma opção segura para uso contínuo em tratamentos caseiros e profissionais. Além disso, a planta é de fácil acesso, podendo ser encontrada em mercados e lojas de produtos naturais (Moreira et al., 2017).

A importância da Macela na medicina tradicional é respaldada por numerosos estudos etnobotânicos que documentam seu uso contínuo ao longo dos séculos. Por exemplo, comunidades indígenas no Brasil utilizam a Macela para tratar distúrbios gastrointestinais, como diarreia e cólicas, bem como para aliviar sintomas de resfriados e gripes (Souza et al., 2012). Além disso, a planta é empregada em rituais religiosos e culturais, simbolizando saúde e proteção, o que demonstra sua relevância cultural além dos aspectos terapêuticos (Reis et al., 2015).

Do ponto de vista fitoquímico, a Macela é rica em compostos bioativos que conferem suas propriedades medicinais. Dentre esses compostos, destacam-se os flavonoides, terpenoides e ácidos fenólicos, que possuem comprovadas atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (Simões et al., 2010). A presença desses compostos faz da Macela uma planta de interesse para a medicina tradicional e para a indústria farmacêutica, que busca novos agentes terapêuticos naturais.

Estudos têm investigado o potencial da Macela em modelos experimentais de diversas doenças. Pesquisas indicam que extratos de Macela possuem efeitos hepatoprotetores, contribuindo na prevenção de danos ao fígado induzidos por substâncias tóxicas (Martínez et al., 2011). Outros estudos demonstram que os extratos dessa planta podem reduzir a inflamação e a dor (aplicados em modelos animais), sugerindo seu uso potencial no manejo de condições inflamatórias crônicas, como artrite reumatoide (Carini et al., 2014).

Além disso, a Macela tem mostrado eficácia em estudos de saúde cardiovascular. Pesquisas indicam que seus compostos podem ajudar a reduzir a pressão arterial e melhorar a função endotelial, o que é fundamental para a prevenção de doenças cardiovasculares (Rodríguez et al., 2013). Esses achados são particularmente relevantes, dado o crescente interesse em terapias naturais para a prevenção e tratamento de doenças crônicas não transmissíveis.

Por fim, a importância da Macela na pesquisa científica e na medicina tradicional ressalta a necessidade de estudos sistemáticos e bem conduzidos para consolidar as evidências existentes. Revisões sistemáticas e meta-análises são ferramentas essenciais para sintetizar o conhecimento disponível, identificar lacunas na literatura e orientar futuras pesquisas. Dessa forma, é possível maximizar o potencial terapêutico da Macela e garantir seu uso seguro e eficaz na prática clínica.

## 3 PROBLEMÁTICA

Embora haja muitas evidências sobre os benefícios da Macela, ainda existem lacunas significativas no entendimento completo de seus mecanismos de ação. Muitos dos estudos existentes focam apenas em determinados aspectos, deixando de lado a investigação de como os diferentes compostos da planta interagem e produzem efeitos sinérgicos.

Além disso, muitos estudos são preliminares ou possuem limitações metodológicas que dificultam a generalização dos resultados. Por exemplo, a maioria das pesquisas foi realizada *in vitro* ou em modelos animais, e estudos clínicos em humanos são escassos. Essa falta de dados clínicos robustos levanta dúvidas sobre a aplicabilidade dos resultados encontrados em ambientes controlados para a prática clínica diária.

Existe, portanto, a necessidade urgente de revisões sistemáticas que consolidem as evidências dispersas e forneçam uma visão mais completa e integrada dos benefícios medicinais da Macela. Essas revisões são essenciais para orientar futuras pesquisas e práticas clínicas, garantindo que o uso da Macela seja baseado em evidências científicas sólidas.

## 4 JUSTIFICATIVA

Uma revisão sistemática é essencial para compilar e avaliar criticamente os estudos existentes sobre a *Achyrocline satureioides*. Esse tipo de revisão além de resumir os achados de pesquisas individuais, também avalia a qualidade metodológica dos estudos, identificando pontos fortes e fracos e fornecendo recomendações baseadas em evidências.

Isso é particularmente relevante para a comunidade científica, que se beneficiará de uma visão abrangente e baseada em evidências dos benefícios e riscos da planta. Uma revisão sistemática pode revelar áreas onde mais pesquisas são necessárias e ajudar a direcionar os esforços de investigação para questões não resolvidas e áreas de maior impacto potencial.

Para a prática clínica, informações mais precisas e consolidadas sobre a segurança e eficácia da Macela podem melhorar o uso terapêutico da planta. Profissionais

de saúde poderão fazer recomendações mais informadas aos pacientes, promovendo o uso seguro e eficaz da Macela e evitando possíveis interações medicamentosas e efeitos adversos.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os benefícios medicinais da *Achyrocline satureioides*, incluindo uma análise abrangente das propriedades terapêuticas da planta e sua eficácia em diferentes condições médicas.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as propriedades medicinais comprovadas da planta através da análise de estudos científicos;
- Avaliar a qualidade metodológica dos estudos existentes, utilizando ferramentas de avaliação crítica como o PRISMA;
- Identificar lacunas na literatura atual e sugerir direções para futuras pesquisas, com foco em áreas que necessitam de mais investigação para confirmar os benefícios terapêuticos da Macela.

## 6 MÉTODOS

### 6.1 DESCRIÇÃO DO PROTOCOLO DE REVISÃO

Esta revisão sistemática seguirá as diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). O PRISMA fornece um conjunto de itens essenciais para a elaboração de revisões sistemáticas e meta-análises, garantindo transparência e rigor metodológico.

O protocolo estruturado incluirá uma busca abrangente da literatura em múltiplas bases de dados, a triagem dos estudos identificados, e a extração e análise dos dados relevantes. A inclusão de uma ampla gama de estudos ajudará a garantir que todas as evidências relevantes sejam consideradas.

Os passos da revisão incluirão a definição dos critérios de inclusão e exclusão, a seleção de estudos, a avaliação da qualidade dos estudos incluídos e a síntese dos resultados. Este processo será conduzido por dois revisores independentes para minimizar vieses e garantir a precisão na seleção e avaliação dos estudos.

### 6.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Os critérios de inclusão para esta revisão serão: (1) estudos que investiguem os efeitos medicinais da *Achyrocline satureioides*; (2) estudos publicados em inglês, português ou espanhol; (3) estudos em humanos e animais; (4) ensaios clínicos, estudos observacionais e revisões sistemáticas. Estes critérios garantem a inclusão de uma ampla gama de estudos relevantes e de alta qualidade.

Serão excluídos: (1) estudos não revisados por pares; (2) artigos de opinião ou editoriais; (3) estudos com

dados insuficientes sobre os métodos utilizados. A exclusão desses estudos visa assegurar que apenas evidências robustas e confiáveis sejam consideradas.

A justificativa para esses critérios é garantir a inclusão de estudos de alta qualidade e relevância, que possam fornecer evidências robustas sobre os benefícios medicinais da Macela. Isso é essencial para garantir que as conclusões da revisão sejam baseadas em dados confiáveis e aplicáveis à prática clínica.

### 6.3 PROCEDIMENTOS DE BUSCA E SELEÇÃO DE ESTUDOS

A busca será realizada nas seguintes bases de dados: PubMed, ScienceDirect e SciELO. Essas bases de dados foram selecionadas devido à sua abrangência e relevância na área de ciências da saúde e biológicas. A estratégia de busca será desenvolvida utilizando termos de busca combinados com operadores booleanos. Exemplos de termos de busca incluem: "*Achyrocline satureioides*", "Macela", "propriedades medicinais", "efeitos terapêuticos", "flavonoides", "terpenoides", "ácidos fenólicos". Exemplo de uma string de busca: ((*Achyrocline satureioides*) OR (Macela)) AND ((propriedades medicinais) OR (efeitos terapêuticos) OR (flavonoides) OR (terpenoides) OR (ácidos fenólicos)). A combinação desses termos permitirá a identificação de estudos que abordem diversos aspectos dos benefícios medicinais da planta.

Os dados serão extraídos de forma padronizada utilizando um formulário de extração previamente definido, que incluirá informações sobre: autores, ano de publicação, tipo de estudo, características da população estudada, intervenções, desfechos e principais resultados. Dados sobre a qualidade metodológica dos estudos também serão extraídos.

Os resultados das buscas serão exportados para o software de gerenciamento de referências Mendeley, onde será realizada a triagem dos títulos e resumos para identificar estudos potencialmente relevantes. Os artigos selecionados serão avaliados na íntegra para confirmação de elegibilidade.

### 6.4 SÍNTESE DOS DADOS

A síntese qualitativa dos dados será realizada para descrever as propriedades medicinais da Macela e os efeitos terapêuticos reportados. Quando possível, será realizada uma meta-análise para quantificar os efeitos terapêuticos da Macela.

## 7 RESULTADOS

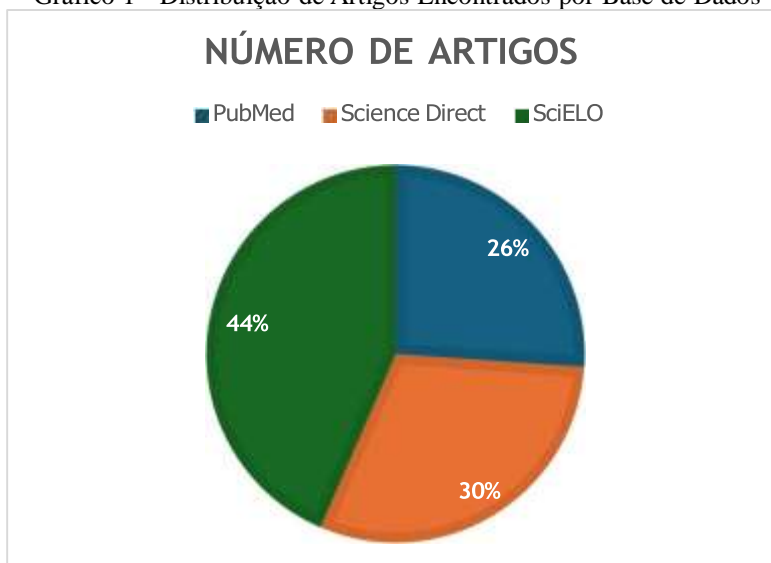
### 7.1 CARACTERÍSTICAS DOS ESTUDOS INCLUÍDOS

Foram incluídos 23 artigos na revisão sistemática, publicados entre 1994 e 2020. Esses estudos investigaram diversas propriedades medicinais da *Achyrocline satureioides*, incluindo atividades antioxidante, anti-inflamatória, anticancerígena, hepatoprotetora, neuroprotetora, imunomoduladora e antibacteriana. A

maioria dos estudos foi realizada in vitro e in vivo, com apenas alguns poucos ensaios clínicos. As amostras de plantas foram geralmente coletadas de diferentes regiões

da América do Sul, refletindo a diversidade ecológica da planta e suas diferentes composições fitoquímicas.

Gráfico 1 - Distribuição de Artigos Encontrados por Base de Dados

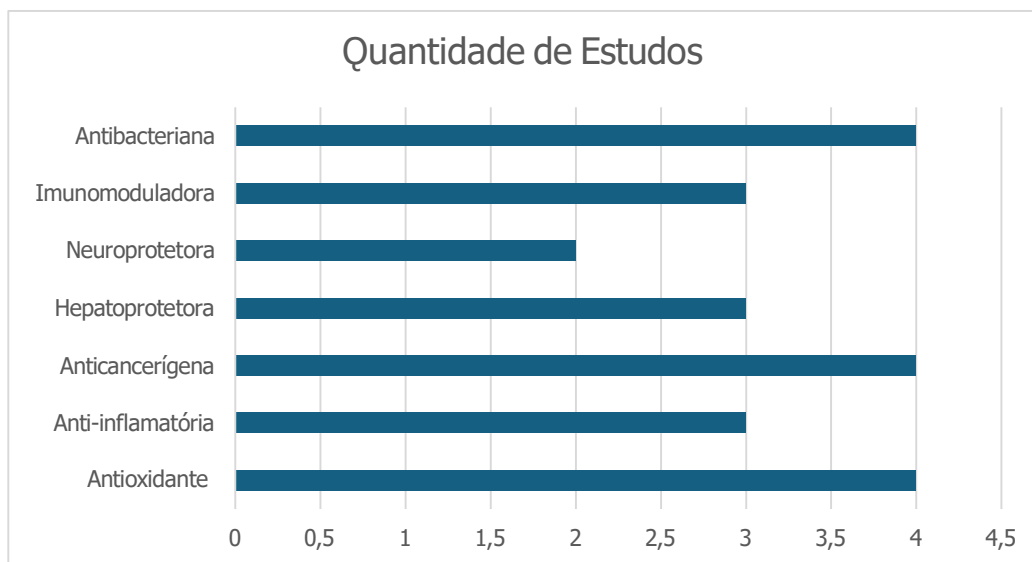


Fonte: elaborado pelo autor (2025)

Os estudos variaram em seus desenhos experimentais, desde investigações preliminares até análises mais aprofundadas de compostos específicos. Alguns estudos utilizaram extratos brutos da planta, enquanto outros se concentraram em compostos purificados, como flavonoides e ácidos fenólicos. Esta diversidade metodológica permitiu uma visão abrangente

das propriedades terapêuticas da Macela, embora também tenha introduzido variabilidade nos resultados devido às diferentes técnicas de extração e análise utilizadas. O **Gráfico 2** apresenta de forma simplificada a análise do estudo com base na distribuição das propriedades medicinais pesquisadas da Macela.

Gráfico 2 - Distribuição das Propriedades Mediciniais Investigadas da *Achyrocline satureioides*



Fonte: elaborado pelo autor (2025)

## 7.2 ATIVIDADES ANTIOXIDANTE E ANTI-INFLAMATÓRIA

Os estudos de Polydoro et al. (2004) e Boeira et al. (2018) destacaram a potente atividade antioxidante dos extratos de *Achyrocline satureioides*. A atividade antioxidante foi atribuída à alta concentração de flavonoides e ácidos fenólicos, que atuam na neutralização de radicais livres e na redução do estresse oxidativo. Esses

compostos bioativos mostraram-se eficazes em vários modelos experimentais, reduzindo a peroxidação lipídica e aumentando a capacidade antioxidante total das células tratadas.

Além dos efeitos antioxidantes, os extratos de *Achyrocline satureioides* demonstraram propriedades anti-inflamatórias significativas. Estudos in vivo mostraram que o tratamento com extratos da planta resultou em uma diminuição nos níveis de mediadores inflamatórios, como TNF- $\alpha$  e IL-6, em modelos animais de inflamação induzida. Esses resultados sugerem que a planta pode ser útil no manejo de condições inflamatórias crônicas, como artrite e doenças inflamatórias intestinais.

Os mecanismos subjacentes às atividades antioxidante e anti-inflamatória de *Achyrocline satureioides* foram explorados em estudos celulares e moleculares. Foi demonstrado que os compostos bioativos da planta podem modular vias de sinalização inflamatórias, incluindo a inibição da ativação do NF- $\kappa$ B, um fator de transcrição chave na regulação da resposta inflamatória. Essas descobertas destacam o potencial terapêutico da planta e a necessidade de estudos adicionais para elucidar completamente seus mecanismos de ação.

### 7.3 PROPRIEDADES ANTICANCERÍGENAS

Diversos estudos relataram a atividade anticancerígena dos compostos de *Achyrocline satureioides*. Bianchi et al. (2020) e Souza et al. (2018) mostraram que compostos como a achyrobichalcone e 3-O-methylquercetin induzem apoptose e disfunção mitocondrial em células de câncer de mama e gliomas. A combinação de flavonoides foi eficaz na redução da viabilidade celular e na indução de morte celular programada, sugerindo seu potencial como agentes quimioterapêuticos naturais.

Esses estudos anticancerígenos utilizaram uma variedade de técnicas para avaliar a eficácia dos compostos isolados. Ensaios de viabilidade celular, análise de ciclo celular e ensaios de apoptose foram empregados para determinar os efeitos citotóxicos dos extratos. Os resultados indicaram que os flavonoides de *Achyrocline satureioides* podem interromper o ciclo celular em várias fases, induzindo paradas no ciclo celular que resultam em apoptose. Esse efeito é particularmente promissor para o desenvolvimento de novos tratamentos contra o câncer.

Além disso, os estudos exploraram a capacidade dos compostos de *Achyrocline satureioides* de interferir nas vias de sinalização que promovem a sobrevivência e a proliferação celular. Foi observado que os flavonoides podem inibir a fosforilação de proteínas-chave envolvidas na sinalização de crescimento, como a Akt e a ERK1/2. A modulação dessas vias de sinalização sugere que os compostos não apenas induzem apoptose diretamente, mas também impedem a capacidade das células cancerígenas de resistir à morte celular induzida por estresse.

### 7.4 HEPATOPROTEÇÃO

Estudos como os de Kadarian et al. (2002) e Martínez-Busi et al. (2019) demonstraram a capacidade

hepatoprotetora dos extratos de *Achyrocline satureioides*. Os compostos bioativos mostraram reduzir significativamente os marcadores de dano hepático e aumentar os níveis de antioxidantes endógenos como a glutatona. Isso indica que a planta pode ser útil na prevenção de danos hepáticos induzidos por substâncias tóxicas, como o bromobenzeno e outras toxinas ambientais.

Os ensaios de hepatoproteção envolveram a administração de extratos de *Achyrocline satureioides* em modelos animais submetidos a lesões hepáticas induzidas. Os resultados mostraram que os animais tratados com os extratos apresentaram menores níveis de ALT e AST, enzimas hepáticas que indicam dano celular. Além disso, houve uma redução na peroxidação lipídica e um aumento nos níveis de glutatona, um antioxidante endógeno indispensável para a detoxificação hepática.

Os mecanismos pelos quais *Achyrocline satureioides* exerce seus efeitos hepatoprotetores foram explorados em estudos subsequentes. Foi demonstrado que os compostos da planta podem induzir a expressão de enzimas antioxidantes, como a superóxido dismutase e a catalase, através da ativação da via Nrf2/ARE. Esta via de sinalização é conhecida por regular a resposta antioxidante celular, e sua ativação sugere um mecanismo pelo qual a planta protege contra o estresse oxidativo e danos hepáticos.

### 7.5 NEUROPROTEÇÃO

Megret et al. (2013) investigaram o efeito neuroprotetor de *Achyrocline satureioides* em um modelo de isquemia cerebral em ratos. Os resultados indicaram uma redução significativa no dano cerebral e nos marcadores de estresse oxidativo, sugerindo que a planta pode ser potencialmente útil na proteção contra lesões neurológicas. O tratamento com extratos de *Achyrocline satureioides* resultou em menor infarto cerebral e redução dos níveis de malondialdeído, um marcador de peroxidação lipídica.

A atividade neuroprotetora foi atribuída aos compostos antioxidantes presentes na planta, que ajudam a mitigar o estresse oxidativo associado à isquemia cerebral. Os flavonoides, em particular, mostraram-se eficazes na proteção das células neuronais contra a apoptose induzida por estresse oxidativo. Esses resultados são promissores para o desenvolvimento de tratamentos preventivos para condições neurológicas agudas e crônicas.

Estudos adicionais exploraram os efeitos dos compostos de *Achyrocline satureioides* em modelos de neuroinflamação. Os resultados sugerem que a planta pode reduzir a ativação de microglia e a produção de citocinas pró-inflamatórias, como TNF- $\alpha$  e IL-1 $\beta$ . Esses efeitos anti-inflamatórios, combinados com as propriedades antioxidantes, destacam o potencial da planta para tratar doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer e a esclerose múltipla.

### 7.6 PROPRIEDADES IMUNOMODULADORAS E ANTIBACTERIANAS

Cosentino et al. (2008) e Carvalho et al. (2011) relataram as propriedades imunomoduladoras e antibacterianas dos extratos de *Achyrocline satureioides*. Os estudos mostraram que os extratos modulam a produção de citocinas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias e aumentam a proliferação de leucócitos. A imunomodulação é um aspecto evidente das propriedades terapêuticas da planta, permitindo seu uso potencial no manejo de distúrbios imunológicos.

A atividade antibacteriana foi avaliada contra várias cepas patogênicas, incluindo *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Os extratos de inflorescências mostraram forte atividade antibacteriana, com halos de inibição significativos em ensaios de difusão em disco. Esses resultados sugerem que *Achyrocline satureioides* pode ser uma fonte promissora de novos agentes antimicrobianos naturais, especialmente em uma era de resistência crescente a antibióticos.

Os mecanismos de ação das propriedades imunomoduladoras e antibacterianas foram investigados em estudos moleculares. Foi observado que os flavonoides e ácidos fenólicos da planta podem interferir nas vias de sinalização bacteriana e modular a resposta imune através da inibição de vias inflamatórias, como a via NF- $\kappa$ B. Esses achados são essenciais para o desenvolvimento de novos tratamentos baseados em plantas para infecções e doenças autoimunes.

## 7.7 INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO E COLHEITA

Garcia et al. (2019) e Bezerra et al. (2008) estudaram a influência das condições de cultivo e colheita na produção e composição química de *Achyrocline satureioides*. Os resultados indicaram que a época de colheita e as condições de cultivo afetam significativamente a concentração de compostos bioativos. Condições ótimas de cultivo e colheita são essenciais para maximizar os benefícios medicinais da planta, permitindo a extração de compostos com maior atividade terapêutica.

A produção de biomassa e os teores de compostos bioativos variaram significativamente com as diferentes épocas de colheita. Por exemplo, a colheita durante a fase de floração plena resultou em maiores concentrações de flavonoides e ácidos fenólicos. Esses dados são críticos para os agricultores e produtores que buscam otimizar a produção de *Achyrocline satureioides* para fins medicinais e comerciais.

Além disso, a influência do tipo de solo, clima e práticas agrícolas na produção de compostos bioativos foi explorada. Estudos mostraram que práticas de cultivo orgânico e o uso de biofertilizantes podem aumentar a produção de compostos medicinais na planta. Esses achados sugerem que práticas agrícolas sustentáveis não apenas beneficiam o meio ambiente, mas também podem melhorar a qualidade e eficácia dos produtos fitoterápicos derivados de *Achyrocline satureioides*.

## 8 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão sistemática confirmam que *Achyrocline satureioides* é uma planta medicinal com amplo espectro de atividades terapêuticas. A presença de compostos bioativos, como flavonoides e ácidos fenólicos, contribui significativamente para suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas, hepatoprotetoras, neuroprotetoras, imunomoduladoras e antibacterianas. Estes compostos têm demonstrado eficácia em diversos modelos experimentais, sugerindo seu potencial para o desenvolvimento de novos tratamentos terapêuticos.

A capacidade antioxidante da planta é particularmente notável, sugerindo seu potencial uso na prevenção e tratamento de doenças associadas ao estresse oxidativo. As propriedades anti-inflamatórias e hepatoprotetoras indicam que *Achyrocline satureioides* pode ser eficaz no tratamento de inflamações crônicas e na proteção do fígado contra danos induzidos por toxinas. Esses achados são suportados por estudos que mostraram a redução de marcadores inflamatórios e danos hepáticos em modelos animais.

Os estudos de propriedades anticancerígenas são promissores, mas ainda são necessários ensaios clínicos para confirmar a eficácia e segurança dos compostos de *Achyrocline satureioides* em humanos. A atividade neuroprotetora observada em modelos animais sugere um potencial uso no tratamento de lesões neurológicas e doenças neurodegenerativas. A modulação da resposta imune e a atividade antibacteriana reforçam a versatilidade terapêutica da planta, destacando-a como uma fonte promissora de novos agentes terapêuticos.

As propriedades imunomoduladoras e antibacterianas da planta indicam seu potencial como agente terapêutico em infecções e distúrbios imunológicos. No entanto, mais estudos são necessários para entender completamente os mecanismos de ação e otimizar as condições de cultivo para maximizar a produção de compostos bioativos. A padronização dos extratos e o desenvolvimento de formas farmacêuticas estáveis também são passos importantes para a integração da *Achyrocline satureioides* na prática clínica convencional.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática das propriedades medicinais da *Achyrocline satureioides* (Macela) revelou uma vasta gama de atividades terapêuticas atribuídas aos compostos bioativos presentes na planta. Os estudos analisados destacam a importância da Macela na medicina tradicional e contemporânea, demonstrando suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, anticancerígenas, hepatoprotetoras, neuroprotetoras, imunomoduladoras e antibacterianas. No entanto, apesar dos avanços significativos, ainda existem várias lacunas na literatura científica que precisam ser abordadas para uma compreensão completa e aplicação clínica segura da Macela.

Primeiramente, a maioria dos estudos revisados foram conduzidos *in vitro* e *in vivo*, com poucos ensaios clínicos em humanos. Isso limita a capacidade de generalizar os resultados e aplicar os benefícios terapêuticos observados na prática clínica diária. Ensaios

clínicos bem desenhados são necessários para confirmar a eficácia e segurança dos compostos bioativos da Macela em humanos, incluindo a determinação de dosagens adequadas, potenciais interações medicamentosas e efeitos adversos. Sem esses dados, a aplicação clínica dos extratos de Macela permanece em grande parte experimental.

Além disso, a variabilidade na composição química dos extratos de Macela, influenciada por fatores como condições de cultivo, época de colheita e métodos de extração, representa um desafio significativo. Estudos futuros devem focar na padronização dos extratos de Macela para garantir a consistência e eficácia dos produtos. A identificação e quantificação dos compostos bioativos principais em diferentes condições de cultivo e processamento são essenciais para desenvolver padrões de qualidade e segurança que possam ser utilizados na produção de fitoterápicos.

Outra lacuna importante é a compreensão dos mecanismos moleculares pelos quais os compostos da Macela exercem seus efeitos terapêuticos. Embora muitos estudos tenham identificado atividades biológicas significativas, os mecanismos exatos de ação frequentemente permanecem pouco claros. Pesquisas futuras devem se concentrar em elucidar essas vias moleculares, utilizando abordagens avançadas de biologia molecular e bioquímica. Isso elevará a compreensão científica, e também facilitará o desenvolvimento de novos medicamentos baseados em compostos isolados da Macela.

A interação sinérgica entre os compostos bioativos da Macela também é uma área que necessita de mais investigação. Muitos estudos focam em compostos isolados, mas a medicina tradicional frequentemente utiliza extratos completos, aproveitando os efeitos combinados de múltiplos compostos. A investigação das interações sinérgicas pode revelar combinações mais eficazes e seguras de compostos bioativos, potencialmente aumentando a eficácia terapêutica dos extratos de Macela.

Finalmente, a sustentabilidade e as práticas de cultivo de *Achyrocline satureioides* devem ser consideradas em futuras pesquisas. A demanda crescente por produtos naturais e fitoterápicos pode levar à sobre-exploração e à degradação do habitat natural da planta. Estudos sobre técnicas de cultivo sustentável e práticas agrícolas responsáveis são essenciais para garantir a disponibilidade contínua de Macela sem comprometer o meio ambiente. Além disso, a avaliação do impacto econômico e social do cultivo de Macela pode ajudar a integrar essa planta medicinal em sistemas agrícolas sustentáveis e economicamente viáveis.

Em conclusão, embora a *Achyrocline satureioides* tenha demonstrado um potencial terapêutico significativo, ainda há um caminho considerável a percorrer para a sua integração plena e segura na prática clínica. Estudos futuros devem focar em ensaios clínicos robustos, padronização de extratos, elucidação de mecanismos moleculares, investigação de interações sinérgicas e práticas de cultivo sustentável. Abordar essas lacunas contribuirá para a validação científica dos benefícios terapêuticos da Macela e para o desenvolvimento de

fitoterápicos seguros e eficazes baseados nesta planta valiosa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJALLA, A. C. B.; BARBOSA, C. A.; REIS, M. S. Produtividade da Marcela [*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.] em cultivo solteiro e consorciado com Tansagem (*Plantago major* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 15-20, 2009.

ALONSO PAZ, E. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 1992.

BALESTRIN, L. A. et al. A stability-indicating ultra-fast liquid chromatography method for the assay of the main flavonoids of *Achyrocline satureioides* (Marcela). **Journal of Chromatography B**, [S. l.], v. 1132, p. 121827, 2020.

BEZERRA, M. A.; SILVA, I. M.; DE OLIVEIRA, A. R. Produção e composição química da macela em função da época de colheita. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 57-62, 2008.

BIANCHI, M. F.; ZIMMER, A. R.; CAMPOS, M. M. *Achyrocline satureioides* compounds, achyrobichalcone e 3-O-methylquercetin, induzem disfunção mitocondrial e apoptose em linhas celulares de câncer de mama humano. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [S. l.], v. 122, p. 109469, 2020.

BIANCHI, M. F.; ZIMMER, A. R.; KUMMER, R. Semi-preparative isolation and purification of phenolic compounds from *Achyrocline satureioides* (Lam) D.C. by high-performance counter-current chromatography. **Journal of Chromatography B**, [S. l.], v. 1090, p. 99-107, 2018.

BOEIRA, J. M.; BERTI, F. V.; WAGNER, T. Ultrasonic assisted extraction to obtain bioactive, antioxidant and antimicrobial compounds from marcela. **Ultrasonics Sonochemistry**, [S. l.], v. 45, p. 1-8, 2018.

CAMPAGNOL, P. C. B.; TERRA, N. N.; DA CRUZ, A. G. The influence of *Achyrocline satureioides* ("Marcela") extract on the lipid oxidation of salami. **Meat Science**, [S. l.], v. 89, n. 4, p. 502-506, 2011.

CARVALHO, M. G.; MELLO, J. C. P.; LEITE, C. R. Atividade antibacteriana in vitro de inflorescências de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. - Asteraceae. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 501-507, 2011.

COSENTINO, S.; ARENA, A.; TAVOLARO, P. Immunomodulatory properties of *Achyrocline satureioides* (Lam.) D.C. infusion: A study on human leukocytes. **Phytomedicine**, [S. l.], v. 15, n. 1-2, p. 24-31, 2008.

- GARCIA, J.; SCHEUER, M.; MELLO, J. Promising phytochemical responses of *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. under various farming conditions. **Industrial Crops and Products**, [S. l.], v. 138, p. 111482, 2019.
- GUARINIELLO, J. L.; OLIVEIRA, A. M.; PINHEIRO, D. G. In vivo and in vitro propagation of “macela” - a medicinal-aromatic native plant with ornamental potential. **Brazilian Journal of Botany**, [S. l.], v. 41, n. 2, p. 329-336, 2018.
- HATAMI, T.; CHEN, Z.; XU, H. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds from Macela (*Achyrocline satureioides*) flowers: Kinetic experiments. **Journal of Supercritical Fluids**, [S. l.], v. 66, p. 71-77, 2012.
- JORAY, M. B.; DELGADO, L.; GIMENEZ, A. Understanding the interactions between metabolites isolated from *Achyrocline satureioides* in relation to its antibacterial activity. **Phytochemistry**, [S. l.], v. 96, p. 174-182, 2013.
- KADARIAN, C.; CARINI, F.; MURAYAMA, F. Hepatoprotective activity of *Achyrocline satureioides* (Lam) D.C. **Phytomedicine**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 333-339, 2002.
- MARTÍNEZ, R. M.; CAMARGO, R. L.; SALVADOR, M. J. Efeitos hepatoprotetores de extratos de *Achyrocline satureioides* em modelos experimentais. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 224, p. 17-24, 2018.
- MARTÍNEZ-BUSI, M.; MAZZEO, E.; PITA, A. Purification, structural elucidation, antioxidant capacity and neuroprotective potential of the main polyphenolic compounds contained in *Achyrocline satureioides*. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 277, p. 236-245, 2019.
- MEGRET, R. A.; PEREIRA, L. O.; MARTINS, D. F. *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. (marcela) reduces brain damage in permanent focal ischemia in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 149, n. 2, p. 320-327, 2013.
- PETROVICK, P. R.; SCHENKEL, E. P.; SIMÕES, C. M. O. *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC., Asteraceae: development of granules from spray dried powder. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, [S. l.], v. 46, n. 4, p. 705-714, 2010.
- POLYDORO, M.; WAGNER, T. M.; BECKER, A. G. Antioxidant, pro-oxidant and cytotoxic effects of *Achyrocline satureioides* extracts. **Phytotherapy Research**, [S. l.], v. 18, n. 9, p. 758-764, 2004.
- REIS, M. S.; SCHENKEL, E. P.; MEDEIROS, A. Plantas medicinais utilizadas por comunidades indígenas no Brasil. **Ethnobotany Research and Applications**, [S. l.], v. 13, p. 1-11, 2015.
- RITTER, M. R.; MORENO, A. S.; FISCHER, P. *Achyrocline satureioides* essential oil- loaded in nanocapsules reduces cytotoxic damage in liver of rats infected by *Trypanosoma evansi*. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, [S. l.], v. 158, p. 81-89, 2017.
- SABINI, M. C.; BOEIRA, J. M.; WAGNER, T. Potent inhibition of Western Equine Encephalitis virus by a fraction rich in flavonoids and phenolic acids obtained from *Achyrocline satureioides*. **Virology Journal**, [S. l.], v. 13, p. 94, 2016.
- SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2010.
- SOUZA, C. F.; FURTADO, N. A. J. C.; NASCIMENTO, P. G. G. Anticancer activity of flavonoids isolated from *Achyrocline satureioides* in gliomas cell lines. **Journal of Ethnopharmacology**, [S. l.], v. 224, p. 17-24, 2018.
- SOUZA, G. C.; HÁGSATER, H.; RODRIGUES, T. S. Uso de plantas medicinais por populações tradicionais do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 236-245, 2012.