



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – CCS**  
**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM BIOMEDICINA**

**MARCOS VINÍCIUS BACELAR LIMA DOS SANTOS**

**POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO DA *MUSA PARADISIACA* ASSOCIADO À  
MODULAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO EM MODELOS EXPERIMENTAIS:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

**JOÃO PESSOA**

**2026**

**MARCOS VINÍCIUS BACELAR LIMA DOS SANTOS**

**POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO DA *MUSA PARADISIACA* ASSOCIADO À  
MODULAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO EM MODELOS EXPERIMENTAIS:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do curso  
de Biomedicina da Universidade  
Federal da Paraíba como requisito  
para obtenção do título de Bacharel  
em Biomedicina

**ORIENTADOR**

**PROF. DR. CLAUDIO ROBERTO BEZERRA DOS SANTOS**

**COORIENTADOR**

**DR. FRANCISCO ALLYSSON ASSIS FERREIRA GADELHA**

**JOÃO PESSOA**

**2026**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S237p Santos, Marcos Vinícius Bacelar Lima dos.

Potencial anti-inflamatório da musa paradisíaca associado à modulação do estresse oxidativo em modelos experimentais : uma revisão da literatura / Marcos Vinícius Bacelar Lima dos Santos. - João Pessoa, 2026. 50 f. : il.

Orientação : Claudio Roberto Bezerra dos Santos.  
Coorientação: Francisco Allysson Assis Ferreira Gadelha.

TCC (Graduação) - UFPB/CCS.

1. Inflamação. 2. Produtos naturais. 3. Compostos bioativos. 4. Antioxidante. I. Santos, Claudio Roberto Bezerra dos. II. Gadelha, Francisco Allysson Assis Ferreira. III. Título.

UFPB/CCS

CDU 616-002


**MARCOS VINÍCIUS BACELAR LIMA DOS SANTOS**

**POTENCIAL ANTI-INFLAMATÓRIO DA *MUSA PARADISIACA* ASSOCIADO À  
MODULAÇÃO DO ESTRESSE OXIDATIVO EM MODELOS EXPERIMENTAIS:  
UMA REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba, como requisito  
parcial às exigências para obtenção do grau de  
Bacharel em Biomedicina.

**DATA DA APROVAÇÃO: 06/04/2026**


**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **CLAUDIO ROBERTO BEZERRA DOS SANTOS**  
Data: 07/04/2026 11:33:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Claudio Roberto Bezerra dos Santos - Orientador


Universidade Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente  
 **FRANCISCO ALLYSSON ASSIS FERREIRA GADELHA**  
Data: 07/04/2026 09:08:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Dr. Francisco Allysson Assis Ferreira Gadelha - Coorientador


Universidade Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente  
 **GICIANE CARVALHO VIEIRA**  
Data: 07/04/2026 11:08:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giciane Carvalho Vieira - Examinadora

Universidade Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente  
 **RENATO ANTONIO DOS SANTOS OLIVEIRA**  
Data: 07/04/2026 11:57:20-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Renato Antonio dos Santos Oliveira - Examinador

Universidade Federal da Paraíba

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por todo o apoio durante todos esses anos de caminhada. O maior privilégio da minha vida é ter vocês para me dar suporte, palavras de carinho e cuidado quando eu mais precisei. Obrigado por sempre se preocuparem com o meu bem-estar e terem muito orgulho da minha escolha profissional.

Aos meus amigos, agradeço por todo o apoio emocional durante toda essa jornada e os mais variados momentos de alegria e risadas que tivemos. Agradeço tanto aos amigos de longa data: Catarina, Ashley, Mariah, Laryssa, Anderson, Danielly e Rafaella, quanto aos que construí uma ligação durante o curso: Cristiane, Rayane, Bianca, Luana, Valéria e Suhellen. A amizade de vocês foi essencial para a conclusão deste curso, obrigado por sempre estarem lá por mim.

Ao meu namorado, Arthur, agradeço por ser a pessoa que se preocupou comigo em todas as etapas do curso, e principalmente por me dar conselhos e me escutar nos momentos de ansiedade e tristeza. Você me deu forças para continuar em momentos nos quais duvidei da minha capacidade, obrigado por ser o designer oficial dos meus slides e plateia das minhas apresentações.

Aos profissionais do Hospital Universitário Lauro Wanderley e Hospital Infantil Arlinda Marques, obrigado por me acolherem e me ensinarem a dar o primeiro passo como profissional biomédico. Agradeço a todas as conversas, conselhos, risadas, puxões de orelha e, mais importante, pela amizade que construímos durante esse período.

Ao meu orientador, Claudio Roberto Bezerra dos Santos, obrigado por aceitar o convite de me orientar com o trabalho já em andamento. Sou muito grato pela sua paciência e atenção na conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador, Francisco Allysson Assis Ferreira Gadelha, agradeço pelo acolhimento no Laboratório de Imunofarmacologia (LIMFA) e todos os ensinamentos que me passou durante os dois anos que fiz parte desse grupo de pesquisa. A sua paixão pela pesquisa transborda pelas suas falas e atitudes, obrigado pela oportunidade e pelo compromisso em fazer ciência.

A todos os colegas do LIMFA, foi um privilégio fazer parte dessa caminhada científica com vocês, obrigado por me fazerem sentir parte de uma família e por todos os momentos vividos juntos na iniciação científica. Não tenho dúvida de que serão excelentes profissionais.

À Universidade Federal da Paraíba e a todos os servidores, professores e profissionais envolvidos nessa instituição, o meu mais sincero agradecimento pelos anos em que a tornei minha segunda casa. Apesar de todas as dificuldades enfrentadas pelas universidades públicas, tive a oportunidade de realizar o sonho de me tornar profissional e desfrutar de toda a estrutura de uma instituição de ponta. Viva as universidades públicas. Viva a educação. Viva a ciência.

“Nada na vida deve ser temido,  
apenas compreendido. Agora é  
hora de compreender mais para  
temer menos.”

*Marie Skłodowska-Curie*

## RESUMO

A manutenção da homeostase do organismo depende de um equilíbrio entre mecanismos pró-inflamatórios e antioxidantes. A ruptura desse equilíbrio, frequentemente caracterizada pelo aumento de mediadores inflamatórios e pela produção excessiva de espécies reativas, contribui para a progressão de diversas doenças crônicas. Nesse contexto, compostos bioativos de origem vegetal têm sido amplamente investigados devido ao seu potencial terapêutico. A *Musa paradisiaca*, utilizada na alimentação e na medicina tradicional, destaca-se pela presença de metabólitos secundários com propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Este estudo teve como objetivo analisar criticamente as evidências científicas acerca do potencial anti-inflamatório e antioxidante de *Musa paradisiaca* em modelos experimentais. Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de caráter qualitativo, incluindo estudos recentes que abordam a atividade biológica da espécie, seus compostos bioativos e mecanismos de ação. Os resultados indicam que diferentes extratos da planta são capazes de modular a resposta inflamatória por meio da inibição de mediadores pró-inflamatórios, como citocinas (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6), além da regulação de vias de sinalização, com destaque para NF- $\kappa$ B, e da redução da atividade de enzimas como a fosfolipase A<sub>2</sub>. Adicionalmente, observou-se relevante atividade antioxidante, atribuída principalmente a compostos fenólicos e flavonoides, capazes de neutralizar espécies reativas de oxigênio e contribuir para a atenuação da inflamação. Pode-se concluir que *Musa paradisiaca* apresenta potencial promissor como fonte de compostos bioativos com aplicações terapêuticas. No entanto, são necessários estudos adicionais, especialmente clínicos, para melhor elucidação de seus mecanismos de ação e validação de sua eficácia em humanos.

**Palavras-chave:** Inflamação; produtos naturais; compostos bioativos; antioxidante.

## ABSTRACT

The maintenance of organismal homeostasis depends on a balance between pro-inflammatory and antioxidant mechanisms. Disruption of this balance, often characterized by increased inflammatory mediators and excessive production of reactive species, contributes to the progression of various chronic diseases. In this context, plant-derived bioactive compounds have been widely investigated due to their therapeutic potential. *Musa paradisiaca*, commonly used in both diet and traditional medicine, stands out for its richness in secondary metabolites with antioxidant and anti-inflammatory properties. This study aimed to critically analyze the scientific evidence regarding the anti-inflammatory and antioxidant potential of *Musa paradisiaca* in experimental models. This is a qualitative narrative literature review, including recent studies addressing the biological activity of the species, its bioactive compounds, and underlying mechanisms of action. The findings indicate that different plant extracts are capable of modulating the inflammatory response by inhibiting pro-inflammatory mediators, such as cytokines (TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , and IL-6), as well as regulating signaling pathways, particularly NF- $\kappa$ B, and reducing the activity of enzymes such as phospholipase A<sub>2</sub>. In addition, significant antioxidant activity was observed, mainly attributed to phenolic compounds and flavonoids, which can neutralize reactive oxygen species and contribute to the attenuation of inflammation. It can be concluded that *Musa paradisiaca* presents promising potential as a source of bioactive compounds with therapeutic applications. However, further studies, especially clinical trials, are needed to better elucidate its mechanisms of action and to validate its efficacy in humans.

**Keywords:** Inflammation; natural products; bioactive compounds; antioxidant.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	13
1.2.1 Objetivo geral.....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1 Inflamação: aspectos gerais e fisiopatológicos.....	14
2.1.1 Inflamação e estresse oxidativo.....	15
2.2 Produtos naturais como fonte de compostos anti-inflamatórios e antioxidantes.....	20
2.3 Compostos bioativos de origem vegetal com ação anti-inflamatória.....	21
2.5. Compostos bioativos da Musa paradisiaca.....	22
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
4.1 Partes mais utilizadas da Musa paradisiaca nos estudos analisados.....	25
4.2 Compostos bioativos.....	26
4.2.1 Influência dos métodos de extração na obtenção de compostos bioativos.....	28
4.3 Evidências da atividade antioxidante.....	30
4.4 Evidências da atividade anti-inflamatória.....	36
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>42</b>
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Representação entre os mecanismos interdependentes de inflamação e estresse oxidativo..... f.18
- Figura 2** - Principais métodos utilizados para avaliação da atividade antioxidante *in vitro*..... f.19
- Figura 3** - Representação da bananeira da *Musa paradisiaca*..... f.22
- Figura 4** - Fluxograma de triagem dos artigos..... f.24
- Figura 5** - Quantidade de estudos para cada parte da *Musa paradisiaca*..... f.25
- Figura 6** - Composição fitoquímica por número de artigos selecionados para cada parte da bananeira..... f.27
- Figura 7** - Composição fitoquímica com base nos métodos de extração mais utilizados..... f.29
- Figura 8** - Composição fitoquímica com base nos métodos de extração menos utilizados..... f.30

## 1 INTRODUÇÃO

A inflamação é uma resposta biológica do organismo desencadeada após lesões teciduais ou pela presença de agentes físicos, químicos ou biológicos, como traumas, toxinas e patógenos. Esse processo desempenha papel essencial na defesa do corpo, contribuindo para a eliminação de agentes nocivos e para a restauração da homeostase dos tecidos (Bender, Tareq, Suggs, 2025). Quando esse processo é prolongado, há produção contínua de mediadores pró-inflamatórios, como citocinas, prostaglandinas e espécies reativas de oxigênio, caracterizando a inflamação crônica. A desregulação desses mediadores pode contribuir para o desenvolvimento de diversas doenças crônicas e degenerativas (Zotova *et al.*, 2023).

Nesse contexto, destaca-se o estresse oxidativo, caracterizado pelo desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e a capacidade do sistema antioxidante em neutralizá-las adequadamente. Em condições fisiológicas, essas espécies desempenham funções importantes na sinalização celular e na defesa contra patógenos; entretanto, sua produção excessiva, frequentemente observada em processos inflamatórios crônicos, pode resultar em danos a componentes celulares, como lipídios, proteínas e DNA (Arumugam *et al.*, 2020). Além disso, as EROs atuam como moduladores de vias de sinalização pró-inflamatórias, promovendo a amplificação dessa resposta. Dessa forma, estabelece-se uma relação bidirecional entre inflamação e estresse oxidativo, na qual ambos os processos se retroalimentam, contribuindo para a progressão e agravamento de patologias neurodegenerativas, cardiovasculares e neoplasias malignas (Manful *et al.*, 2025).

Diante da elevada prevalência das doenças associadas à inflamação crônica e de seu impacto na qualidade de vida dos indivíduos, o controle desse processo tornou-se um dos principais alvos da terapêutica moderna. Nesse contexto, diversos fármacos anti-inflamatórios são amplamente utilizados na prática clínica, como os não esteroidais (AINEs) e os corticosteroides, os quais atuam na modulação da resposta inflamatória por meio da inibição da síntese de mediadores químicos e da supressão da atividade de células do sistema imune (Sohail *et al.*, 2023).

Porém, apesar de sua eficácia, o uso prolongado desses medicamentos está frequentemente associado a efeitos adversos significativos, incluindo distúrbios gastrointestinais, alterações cardiovasculares, nefrotoxicidade, imunossupressão e distúrbios metabólicos (Han *et al.*, 2025) . Essas limitações têm impulsionado a busca por novas alternativas terapêuticas que apresentem maior segurança e menor toxicidade.

Nesse cenário, os produtos naturais têm se destacado como uma importante fonte de compostos bioativos com potencial farmacológico. Ao longo da história, diversas espécies vegetais foram utilizadas na medicina tradicional para o tratamento de processos inflamatórios, e, atualmente, muitos dessas aplicações populares têm sido investigados cientificamente (Gadelha *et al.*, 2021). Desse modo, a crescente valorização desses recursos também se relaciona à busca por estratégias mais sustentáveis, bem como ao aproveitamento de subprodutos agroindustriais frequentemente tratados como resíduos, mas que são ricos em metabólitos secundários com relevante atividade biológica (Widoyanti *et al.*, 2023).

Dentre as espécies vegetais investigadas, destaca-se a *Musa paradisiaca*, popularmente conhecida como banana-da-terra, amplamente utilizada tanto na alimentação quanto na medicina tradicional em diferentes culturas. O Brasil se consolida como um dos principais produtores dessa fruta, ocupando o quarto lugar em escala global (Gadelha *et al.*, 2025). Apesar disso, cerca de 114 milhões de toneladas de subprodutos dessa fruta são descartados mundialmente (Widoyanti *et al.*, 2023).

Estudos têm demonstrado que diferentes partes dessa planta, como frutos, cascas, folhas, inflorescência e caule apresentam compostos bioativos, incluindo alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas, esteroides, triterpenos e ácidos fenólicos, que podem estar associados a atividades antioxidantes, antimicrobianas e anti-inflamatórias (Ali *et al.*, 2025; Gadelha *et al.*, 2025; Balasubramaniyam *et al.*, 2025; Gadelha *et al.*, 2021). Essas classes de substâncias são amplamente reconhecidas por sua capacidade de modular vias inflamatórias, principalmente por meio da inibição da produção de mediadores pró-inflamatórios, como citocinas, óxido nítrico (NO) e prostaglandinas. Os compostos fenólicos e flavonoides, em particular, exercem importante papel na neutralização de EROs, reduzindo o

estresse oxidativo, que está intimamente relacionado à amplificação da resposta inflamatória. Além disso, essas substâncias podem interferir na ativação de fatores de transcrição, como o NF- $\kappa$ B, e em vias de sinalização celular envolvidas na expressão de genes pró-inflamatórios (Liao *et al.*, 2024).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Considerando a elevada prevalência das doenças inflamatórias e o impacto dessas condições na qualidade de vida da população, torna-se fundamental o desenvolvimento e a investigação de novas estratégias terapêuticas que apresentem maior eficácia e segurança. Embora os anti-inflamatórios convencionais sejam amplamente utilizados, seu uso prolongado está associado a diversos efeitos adversos, o que reforça a necessidade de alternativas terapêuticas mais seguras.

Nesse contexto, a investigação do potencial terapêutico de *Musa paradisiaca* justifica-se pela crescente valorização dos produtos naturais como fontes promissoras de compostos bioativos com aplicabilidade farmacológica. A biodiversidade vegetal, aliada ao conhecimento tradicional, tem contribuído significativamente para a identificação de substâncias com múltiplos efeitos biológicos. Considerando que frutas são ricas em metabólitos secundários capazes de modular o estresse oxidativo, processo intimamente relacionado à inflamação, destaca-se a relevância de explorar espécies amplamente disponíveis e utilizadas na alimentação humana.

Diante disso, torna-se relevante a realização de uma revisão de literatura que reúna, organize e analise criticamente os principais achados relacionados à atividade anti-inflamatória e antioxidante da *Musa paradisiaca* em modelos experimentais, visando compreender seus possíveis mecanismos de ação, bem como avaliar seu potencial como fonte de compostos bioativos aplicáveis no desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas para condições associadas à inflamação e ao estresse oxidativo.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Avaliar, com base na literatura científica, o potencial anti-inflamatório e antioxidante de *Musa paradisiaca*, analisando seus compostos bioativos, possíveis mecanismos de ação e aplicações terapêuticas descritas em modelos experimentais.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar na literatura os estudos que investigam as propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes de *Musa paradisiaca*;
- Descrever os principais compostos bioativos presentes na espécie e suas possíveis atividades biológicas;
- Analisar os métodos de extração e as diferentes frações utilizadas nos estudos para obtenção dos compostos bioativos;
- Investigar os mecanismos relacionados à atividade antioxidante e à modulação da resposta inflamatória descritos para a espécie;
- Comparar os resultados encontrados nos diferentes estudos, buscando identificar tendências, semelhanças e lacunas na literatura científica.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Inflamação: aspectos gerais e fisiopatológicos

A inflamação é um processo biológico complexo e essencial para a manutenção da homeostase, atuando como um mecanismo de defesa do organismo frente a agentes agressores, como microrganismos, toxinas e lesões teciduais. Trata-se de uma resposta coordenada do sistema imunológico que visa eliminar o estímulo nocivo, remover células danificadas e iniciar os processos de reparo tecidual. Embora seja fundamental para a sobrevivência, a inflamação pode tornar-se prejudicial quando ocorre de forma desregulada ou persistente (Tristan Asensi et al., 2023).

De acordo com sua duração e características, a inflamação pode ser classificada em aguda ou crônica. A inflamação aguda caracteriza-se por início rápido e curta duração, sendo marcada pelo aumento da permeabilidade vascular por alterações no endotélio e recrutamento predominante de neutrófilos para o local da lesão (Yang *et al.*, 2023). Esse tipo de resposta inflamatória é, em geral, autolimitada e resulta na resolução do dano tecidual. Em contraste, a inflamação crônica ocorre quando o estímulo agressor persiste ou quando há falha nos mecanismos de resolução, sendo caracterizada principalmente pela infiltração de células mononucleares, como macrófagos e linfócitos, além de processos contínuos de destruição e reparo tecidual, como fibrose e angiogênese (Zotova *et al.*, 2023).

Nesse ambiente permeado pela inflamação contínua, diversas moléculas sinalizadoras como citocinas pró-inflamatórias (IL-6, IL-1 $\beta$  e TNF- $\alpha$ ), quimiocinas (CCL2, CXCL8) e mediadores lipídicos (prostaglandinas, leucotrienos) atuam na amplificação e perpetuação da resposta inflamatória, promovendo recrutamento celular contínuo, ativação de vias de sinalização intracelular e manutenção do estado pró-inflamatório (Maddipati, 2024). A produção sustentada dessas moléculas contribui para alterações estruturais e funcionais do tecido acometido, favorecendo remodelamento tecidual desorganizado, deposição excessiva de matriz extracelular e comprometimento da função orgânica. Além disso, a persistência do estímulo inflamatório pode levar à ativação de vias de transcrição como NF- $\kappa$ B e STAT3, que intensificam a expressão de genes relacionados à inflamação, estabelecendo um

ciclo autossustentado que dificulta a resolução desse processo (Bender *et al.*, 2025).

Diversas células do sistema imunológico participam ativamente do processo inflamatório. Os macrófagos desempenham papel central, atuando tanto na fagocitose quanto na produção de mediadores inflamatórios, incluindo citocinas e espécies reativas. Os neutrófilos são as primeiras células recrutadas para o local da inflamação aguda, contribuindo para a eliminação de patógenos por meio de mecanismos oxidativos e não oxidativos. Os mastócitos participam da resposta inflamatória inicial por meio da liberação de mediadores vasoativos, enquanto os linfócitos estão mais associados à regulação da inflamação crônica e à resposta imune adaptativa (Kishore *et al.*, 2019).

O desenvolvimento e a manutenção da resposta inflamatória dependem da ação de diversos mediadores inflamatórios, como citocinas, quimiocinas, eicosanoides e NO (Zhang *et al.*, 2022). As citocinas pró-inflamatórias desempenham papel fundamental na amplificação da resposta inflamatória, promovendo o recrutamento e a ativação de células imunológicas. Os eicosanoides, derivados do metabolismo do ácido araquidônico, estão envolvidos na modulação da dor, da febre e da resposta vascular, enquanto o NO atua tanto como molécula sinalizadora quanto como mediador com potencial citotóxico em condições inflamatórias exacerbadas (Zotova *et al.*, 2023).

Apesar de seu papel fisiológico essencial, a inflamação está intimamente relacionada à patogênese de diversas doenças quando ocorre de forma crônica ou desregulada. Condições inflamatórias persistentes contribuem para alterações estruturais e funcionais dos tecidos, estando associadas ao desenvolvimento de doenças metabólicas, autoimunes, cardiovasculares e respiratórias. Dessa forma, o entendimento dos mecanismos celulares e moleculares envolvidos na inflamação é fundamental para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas capazes de modular esse processo de maneira eficaz e segura (Maddipati, 2024).

### **2.1.1 Inflamação e estresse oxidativo**

O estresse oxidativo é definido como um desequilíbrio entre a produção de

espécies reativas e a capacidade dos sistemas antioxidantes do organismo em neutralizá-las ou reparar os danos por elas causados. Em condições fisiológicas, a geração de espécies reativas de oxigênio (EROs) e espécies reativas de nitrogênio (ERNs) ocorre de maneira controlada, participando de processos celulares importantes, como sinalização intracelular, defesa contra patógenos e regulação da expressão gênica. No entanto, quando há produção excessiva dessas espécies ou comprometimento dos mecanismos antioxidantes, instala-se um estado de desequilíbrio redox que pode resultar em dano celular e tecidual (Zhang *et al*, 2022).

Entre as principais EROs destacam-se o ânion superóxido ( $O_2^-$ ), o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o radical hidroxila ( $\bullet OH$ ), enquanto as ERNs incluem moléculas como o NO e o peroxinitrito ( $ONOO^-$ ). Essas espécies podem ser geradas por diferentes fontes celulares, incluindo a cadeia transportadora de elétrons mitocondrial, enzimas como NADPH oxidases e a óxido nítrico sintase induzível (iNOS), frequentemente ativadas em contextos inflamatórios. Embora desempenhem papel relevante na eliminação de microrganismos e na modulação da resposta imune, o excesso dessas moléculas pode promover peroxidação lipídica, oxidação de proteínas e danos ao DNA (Prasert *et al*, 2023).

O consumo regular de frutas e vegetais tem sido amplamente associado à promoção da saúde e à prevenção de diversas doenças crônicas, principalmente devido à presença de compostos com atividade antioxidante. Tendo em vista que o estresse oxidativo está associado ao desenvolvimento de câncer, diabetes, Alzheimer e doenças cardiovasculares, o consumo regular desses alimentos é altamente incentivado (Rahaman *et al.*, 2022; Oyeyinka e Afolayan, 2020).

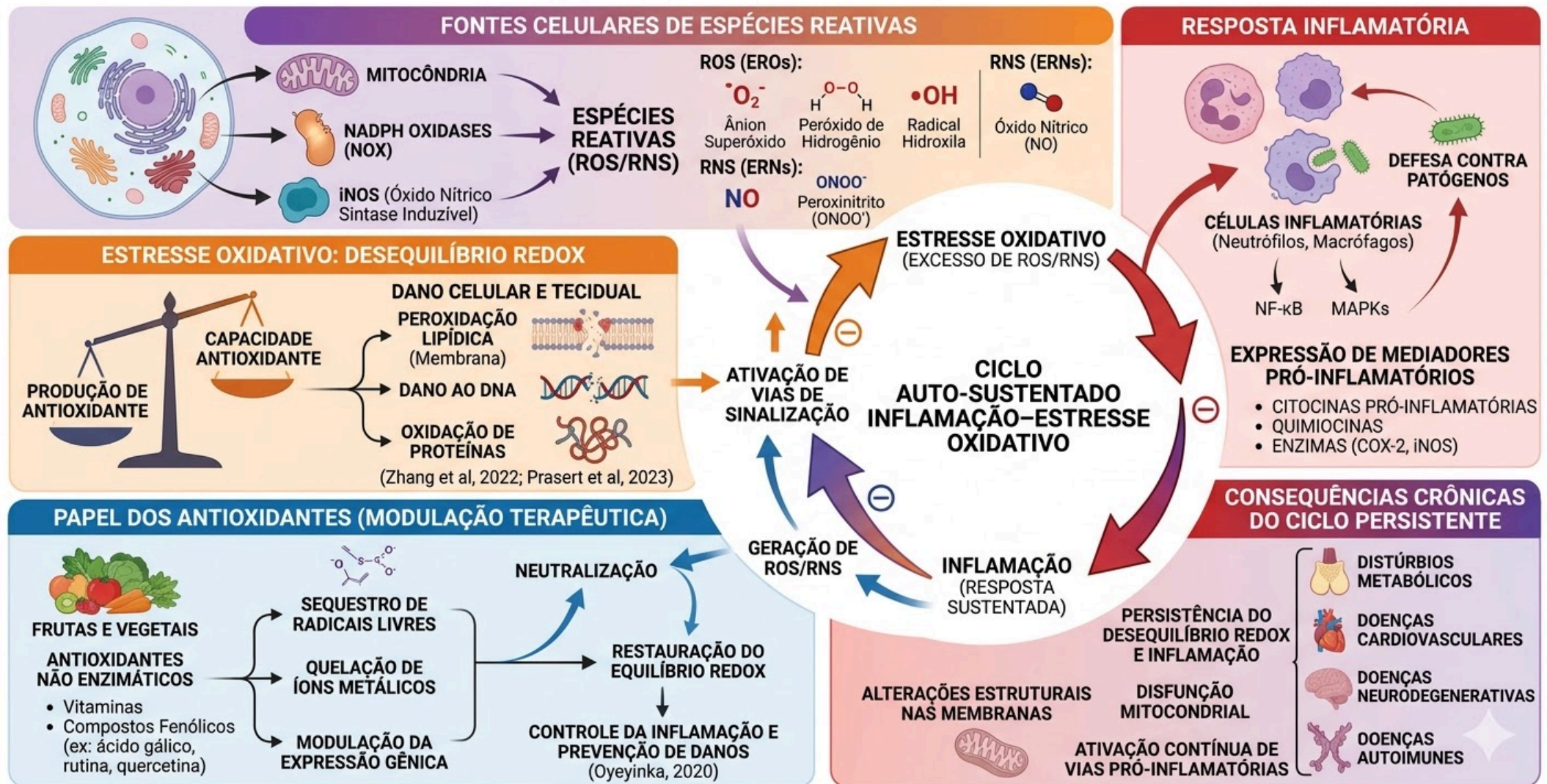
Nesse contexto, os antioxidantes atuam como importantes mecanismos de defesa, contribuindo para a neutralização de radicais livres, prevenção de danos oxidativos e manutenção da homeostase celular. Frutas e vegetais constituem importantes fontes de antioxidantes não enzimáticos, incluindo vitaminas e compostos fenólicos, como ácido gálico, rutina e quercetina, que apresentam capacidade de sequestrar radicais livres, quelar íons metálicos e modular a expressão gênica, desempenhando papel relevante na proteção contra processos inflamatórios e outras alterações associadas ao estresse oxidativo (Rahaman *et al.*, 2023).

A relação entre estresse oxidativo e inflamação é bidirecional e interdependente. Durante a resposta inflamatória, células como neutrófilos e macrófagos produzem grandes quantidades de EROs e ERNs como mecanismo de defesa contra agentes infecciosos (Xu, Pang, Fan, 2025). Entretanto, a produção excessiva e sustentada dessas espécies pode amplificar a resposta inflamatória ao ativar vias de sinalização intracelular, como NF- $\kappa$ B e MAPKs, que regulam a expressão de citocinas pró-inflamatórias, quimiocinas e enzimas como COX-2 e iNOS. Dessa forma, estabelece-se um ciclo em que o estresse oxidativo intensifica a inflamação, e a inflamação, por sua vez, aumenta ainda mais a geração de espécies reativas (Figura 1) (Manful *et al.*, 2025).

Em condições crônicas, esse ciclo autossustentado contribui para a perpetuação do dano tecidual e para a progressão de diversas doenças, incluindo distúrbios metabólicos, cardiovasculares, neurodegenerativos e autoimunes. A persistência do desequilíbrio redox favorece alterações estruturais nas membranas celulares, disfunção mitocondrial e ativação contínua de vias pró-inflamatórias, reforçando o estado patológico (Manful *et al.*, 2025).

Diante desse contexto, a modulação do estresse oxidativo surge como estratégia promissora para o controle da inflamação e prevenção de danos teciduais. Compostos com propriedades antioxidantes têm sido investigados por sua capacidade de reduzir a produção de espécies reativas, restaurar o equilíbrio redox e atenuar a ativação de vias inflamatórias (Ali *et al.*, 2025).

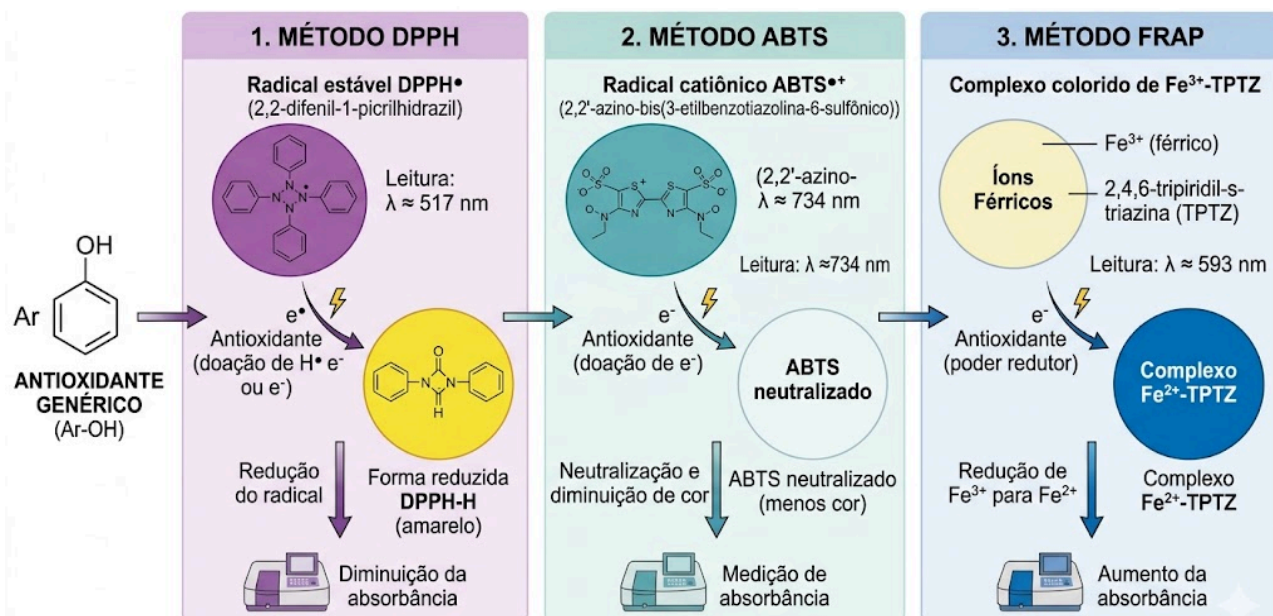
**Figura 1** - Representação entre os mecanismos interdependentes de inflamação e estresse oxidativo.



**Fonte:** Gerada pela IA Nano Banana a partir dos dados do autor, 2026.

Entre os métodos mais empregados para avaliação das propriedades antioxidantes de um composto (Figura 2), destacam-se os ensaios de captura de radicais livres DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), ABTS (2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico) e FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power). O teste DPPH baseia-se na redução de um radical livre estável de coloração roxa, que sofre descoloração quando recebe elétrons ou átomos de hidrogênio provenientes de compostos antioxidantes presentes no extrato analisado. De forma semelhante, o ensaio ABTS avalia a capacidade antioxidante por meio da neutralização do radical catiônico ABTS<sup>•+</sup>, gerado previamente em solução, cuja redução resulta em diminuição da absorbância medida espectrofotometricamente. Já o método FRAP determina o potencial redutor dos compostos antioxidantes ao medir sua capacidade de reduzir íons férricos (Fe<sup>3+</sup>) a íons ferrosos (Fe<sup>2+</sup>), produzindo um complexo colorido detectável por espectrofotometria. Dessa forma, esses métodos permitem estimar a capacidade de diferentes compostos presentes nos extratos vegetais em atuar como doadores de elétrons ou hidrogênio, refletindo seu potencial antioxidante (Alam, Bristi, Rafiqzaman, 2013).

**Figura 2** - Principais métodos utilizados para avaliação da atividade antioxidante *in vitro*.



Fonte: Gerada pela IA Nano Banana a partir dos dados do autor, 2026

## 2.2 Produtos naturais como fonte de compostos anti-inflamatórios e antioxidantes

Os produtos naturais têm sido utilizados ao longo da história como recursos terapêuticos no tratamento de processos inflamatórios. A medicina tradicional de diversas culturas emprega plantas medicinais para aliviar sinais e sintomas inflamatórios, prática que tem despertado crescente interesse científico (Li *et al.*, 2022) . A biodiversidade vegetal representa uma fonte rica de compostos bioativos com potencial farmacológico, muitos dos quais serviram de base para o desenvolvimento de fármacos modernos.

Um exemplo clássico que ilustra essa relação é o desenvolvimento da aspirina, um dos fármacos mais utilizados no mundo, cuja origem remonta ao uso tradicional da casca do salgueiro (*Salix* spp.) no tratamento da dor e de condições inflamatórias. Registros históricos indicam que civilizações antigas, como sumérios, egípcios e gregos, já utilizavam extratos dessa planta para aliviar sintomas inflamatórios e febris. Posteriormente, o princípio ativo dessas preparações, a salicina, foi isolado e, a partir dela, desenvolveu-se o ácido acetilsalicílico (aspirina), sintetizado no final do século XIX. Esse caso evidencia como o conhecimento empírico da medicina tradicional contribuiu diretamente para a descoberta e o desenvolvimento de fármacos modernos com ação anti-inflamatória, analgésica e antipirética (Montinari, Minelli, De Caterina, 2019).

Uma dieta rica em frutas desempenha papel fundamental na obtenção de moléculas antioxidantes, uma vez que esses alimentos são fontes abundantes de compostos bioativos, como polifenóis, flavonoides, carotenoides, vitaminas C e E, capazes de neutralizar radicais livres e reduzir o estresse oxidativo no organismo. Esses compostos atuam interrompendo reações em cadeia que poderiam causar danos a lipídios, proteínas e ácidos nucleicos, contribuindo, assim, para a prevenção de doenças crônicas, como cardiovasculares, câncer e distúrbios neurodegenerativos (Rahaman *et al.*, 2023).

A etnofarmacologia desempenha papel importante na identificação de espécies vegetais com propriedades terapêuticas, permitindo a validação científica de usos tradicionais. Entre as vantagens dos produtos naturais destacam-se a

diversidade estrutural de seus compostos, a possibilidade de múltiplos alvos terapêuticos e, em muitos casos, um perfil de segurança mais favorável quando comparado aos fármacos sintéticos (Li *et al.*, 2022).

### **2.3 Compostos bioativos de origem vegetal com ação anti-inflamatória**

Diversos compostos bioativos de origem vegetal têm sido associados à atividade anti-inflamatória, incluindo compostos fenólicos, flavonoides, cumarinas, alcaloides e terpenos. Esses metabólitos secundários podem atuar por diferentes mecanismos, como a inibição da produção de citocinas pró-inflamatórias, o bloqueio das enzimas ciclooxigenase e lipoxigenase e a modulação de fatores de transcrição envolvidos na resposta inflamatória, como o NF- $\kappa$ B (Gadelha *et al.*, 2025).

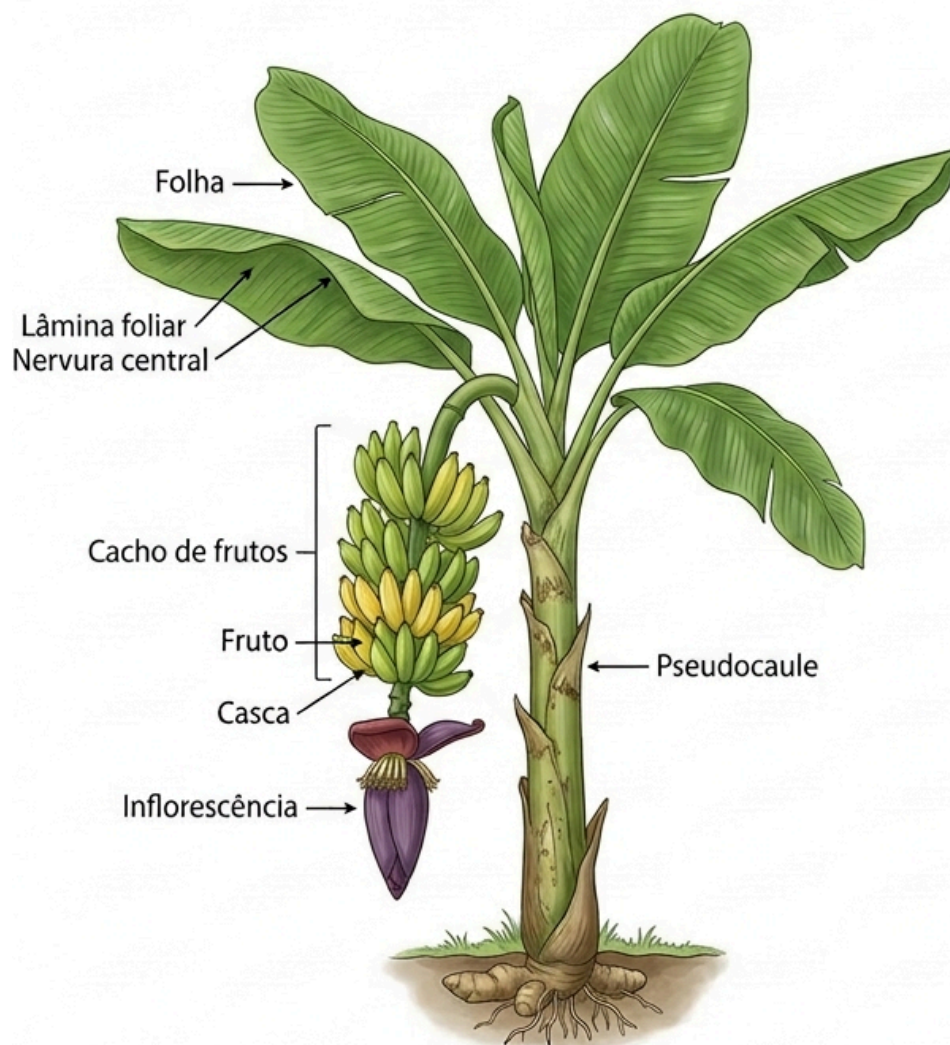
Além disso, muitos desses compostos exercem efeitos antioxidantes, contribuindo para a redução do estresse oxidativo e, conseqüentemente, para a atenuação da inflamação. A modulação da atividade de macrófagos e outras células inflamatórias também representa um importante mecanismo de ação desses compostos, reforçando seu potencial terapêutico.

### **2.4. A *Musa paradisiaca*: aspectos botânicos e etnofarmacológicos**

A *Musa paradisiaca* (Figura 3) pertence à família Musaceae e é amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais. Além de seu uso alimentar, essa espécie é tradicionalmente empregada na medicina popular para o tratamento de diversas condições, incluindo distúrbios inflamatórios. Diferentes partes da planta, como frutos, cascas, folhas, flores e pseudocaule, são utilizadas em preparações tradicionais (Ariffin *et al.*, 2021).

Esses usos populares têm motivado investigações científicas voltadas à identificação de seus compostos bioativos e à avaliação de suas propriedades farmacológicas, destacando-se seu potencial antioxidante e anti-inflamatório. Assim, a integração entre o conhecimento etnobotânico e a farmacologia moderna consolida a espécie como uma promissora matriz para o desenvolvimento de novos fitofármacos.

**Figura 3** - Representação da bananeira da *Musa paradisiaca*.



Fonte: Gerada pela IA Nano Banana com os dados do autor, 2026.

## 2.5. Compostos bioativos da *Musa paradisiaca*

Estudos fitoquímicos têm demonstrado que a *Musa paradisiaca* é rica em compostos fenólicos, flavonoides, cumarinas e outros metabólitos com reconhecida atividade antioxidante. Esses compostos estão distribuídos em diferentes partes da planta e podem atuar sinergicamente na modulação de processos inflamatórios e oxidativos (Arumugam *et al.*, 2020).

A presença desses metabólitos sugere que os efeitos biológicos observados em modelos experimentais estejam relacionados à capacidade da planta em interferir em vias inflamatórias e no equilíbrio redox celular, reforçando seu potencial como fonte de agentes anti-inflamatórios naturais (Vadivel *et al.*, 2016).

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura, de caráter qualitativo e descritivo, com o objetivo de analisar e sintetizar as evidências científicas disponíveis acerca do potencial anti-inflamatório e antioxidante da *Musa paradisiaca* em modelos experimentais. A opção pela revisão narrativa justifica-se pela heterogeneidade dos desenhos experimentais, modelos biológicos e metodologias empregadas nos estudos disponíveis.

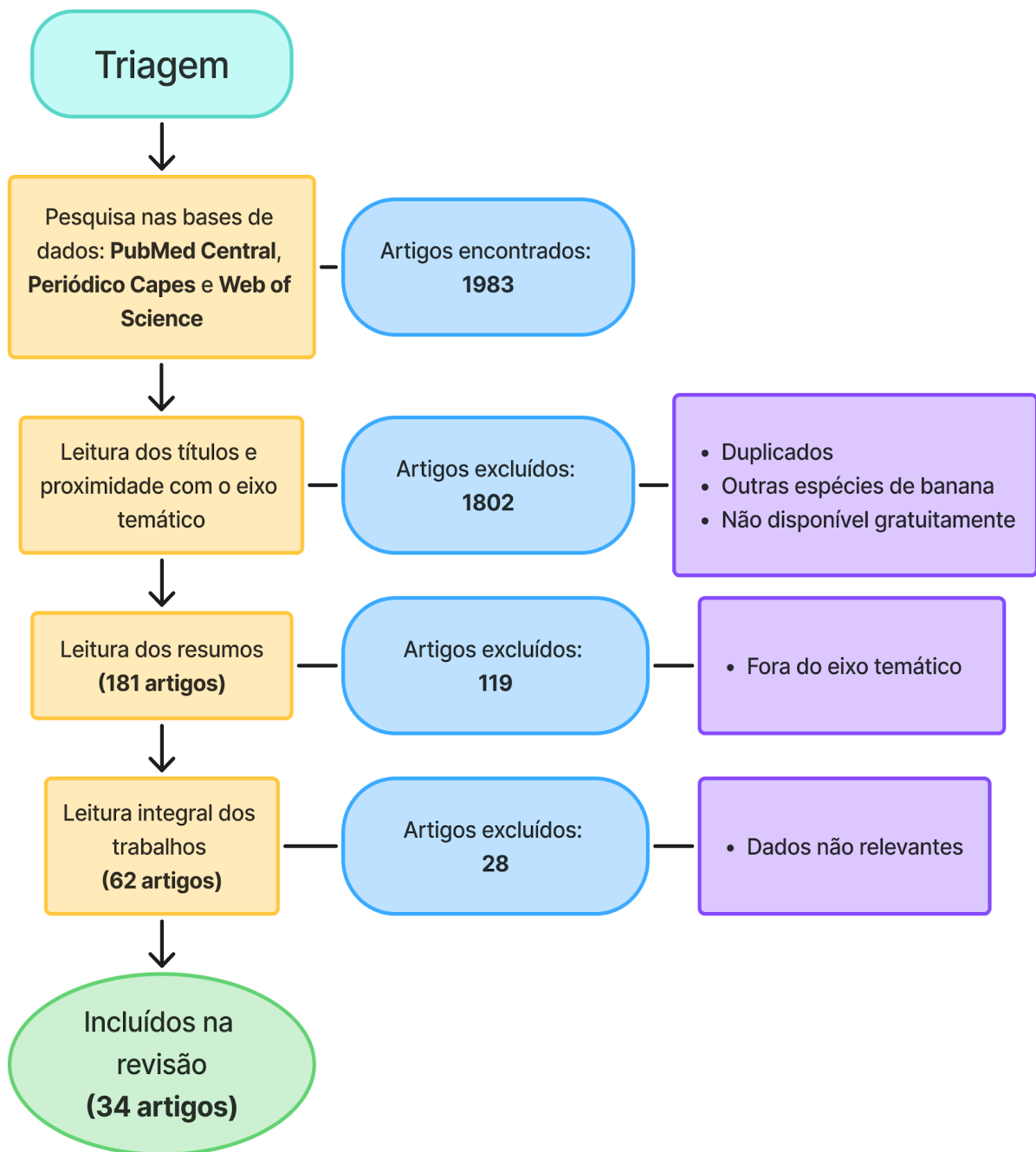
A busca bibliográfica foi realizada nas bases de dados PubMed Central, Web of Science e Periódicos CAPES por serem relevantes e abrangentes na área das ciências da saúde e biológicas. As estratégias de busca envolveram as seguintes combinações: “*Musa paradisiaca* AND anti-inflammatory”, “*Musa paradisiaca* AND antioxidant”, “*Musa paradisiaca* AND bioactivity” e “*Musa paradisiaca* AND inflammation”, bem como a combinação estruturada “*Musa paradisiaca* AND (anti-inflammatory OR antioxidant OR bioactivity OR inflammation)”. Foram considerados artigos publicados nos últimos 10 anos, bem como publicações redigidas em língua inglesa, em sua maioria de origem internacional. Foram incluídos no estudo artigos experimentais que avaliaram os efeitos anti-inflamatórios e/ou antioxidantes da *Musa paradisiaca* ou de seus extratos, utilizando modelos *in vitro*, *in vivo* e/ou *in silico*, desde que estivessem disponíveis na íntegra. Foram excluídos estudos de revisão, artigos duplicados, trabalhos que não abordassem diretamente o tema proposto ou cujo foco principal não estivesse relacionado aos processos inflamatórios ou ao estresse oxidativo.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas. Inicialmente, foi realizada a triagem dos títulos, sendo selecionados aqueles que apresentavam relação direta com os termos utilizados na busca. Em seguida, procedeu-se à leitura crítica dos resumos, com a inclusão dos trabalhos que demonstraram maior pertinência em relação ao objetivo desta revisão. Por fim, os artigos previamente selecionados foram analisados na íntegra, a fim de confirmar sua elegibilidade e possibilitar a extração dos dados relevantes (Figura 4).

Os dados obtidos a partir da leitura completa dos artigos foram organizados de forma sistemática em uma tabela, contemplando informações como ano de publicação, autor(es), modelo experimental utilizado e principais conclusões dos

estudos. A análise dos resultados foi conduzida de maneira descritiva e interpretativa, permitindo a comparação entre os diferentes modelos experimentais e a identificação de padrões relacionados aos efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes atribuídos à *Musa paradisiaca*.

**Figura 4** - Fluxograma de triagem dos artigos.



**Fonte:** Autoria própria, 2026.

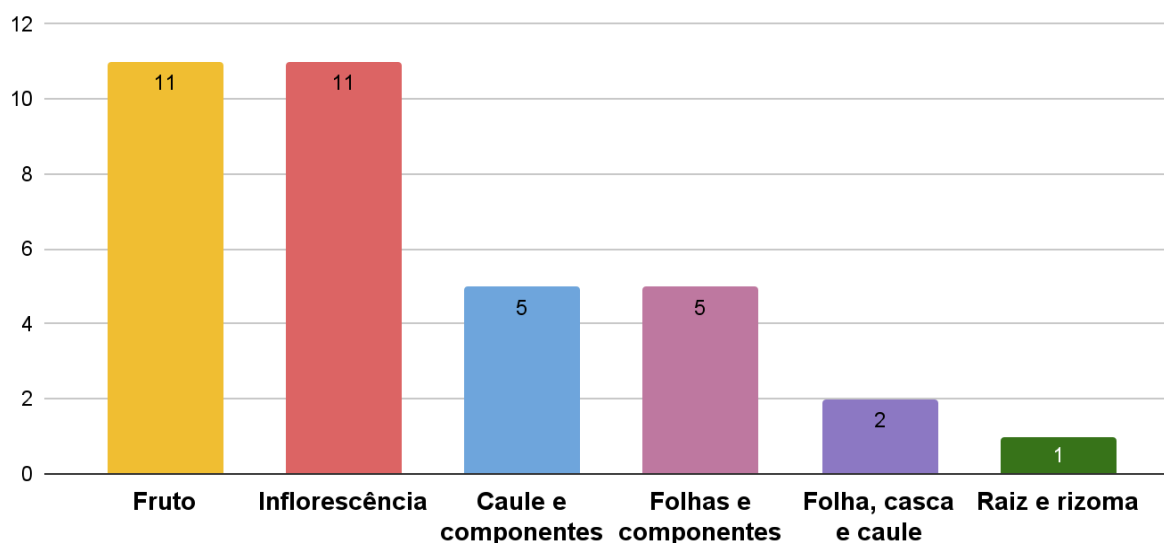
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No que diz respeito aos efeitos antioxidantes e anti-inflamatórios de *Musa paradisiaca*, a literatura descreve diferentes abordagens experimentais, incluindo modelos *in vitro*, *in vivo* e *in silico* para avaliação desses parâmetros. Nos estudos analisados, os modelos *in vitro* foram predominantemente baseados em ensaios capazes de mensurar a capacidade de neutralização de radicais livres ou a redução de agentes oxidantes, permitindo avaliar o potencial antioxidante dos extratos da espécie. A relevância desses ensaios está associada à relação entre estresse oxidativo e processos inflamatórios, uma vez que a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio pode causar danos a proteínas, lipídios e ao material genético celular, contribuindo para a ativação de respostas inflamatórias.

### 4.1 Partes mais utilizadas da *Musa paradisiaca* nos estudos analisados

As partes da bananeira mais utilizadas nos estudos são o fruto e seus componentes (casca e polpa) e a inflorescência (Figura 5). Isso pode ser explicado pelo fato de que o fruto está presente na alimentação base de muitos países ao redor do globo, incluindo o Brasil, além da facilidade de obtenção e processamento desse material (Correa *et al.*, 2017). Ademais, o reaproveitamento de subprodutos do fruto, como a casca, tem ganhado destaque em virtude de seu potencial como fonte de compostos bioativos e de sua aplicação em estratégias sustentáveis (Widoyanti, 2023; Ahmed *et al.*, 2021).

**Figura 5** - Quantidade de estudos para cada parte da *Musa paradisiaca*.



**Fonte:** Autoria própria, 2026.

Em relação à inflorescência, observa-se um crescente interesse científico, especialmente no contexto da valorização de partes tradicionalmente descartadas pelo setor agrícola. Estudos demonstram que essa estrutura apresenta um perfil fitoquímico relevante, associado a diversas atividades biológicas, como efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes, anti-hiperglicêmicos e antimicrobianos (Correa *et al*, 2017; Gadelha *et al*, 2025). Dentre os compostos identificados na inflorescência, destacam-se diferentes classes de metabólitos bioativos, incluindo flavonoides — como catequina, isoquercetina, quercetina e rutina —, além de outros compostos fenólicos, como o ácido gálico. Também foram identificadas saponinas e fitoesteróis, a exemplo do  $\beta$ -sitosterol. Esses constituintes estão diretamente relacionados à atividade antioxidante observada (Correa *et al.*, 2017)

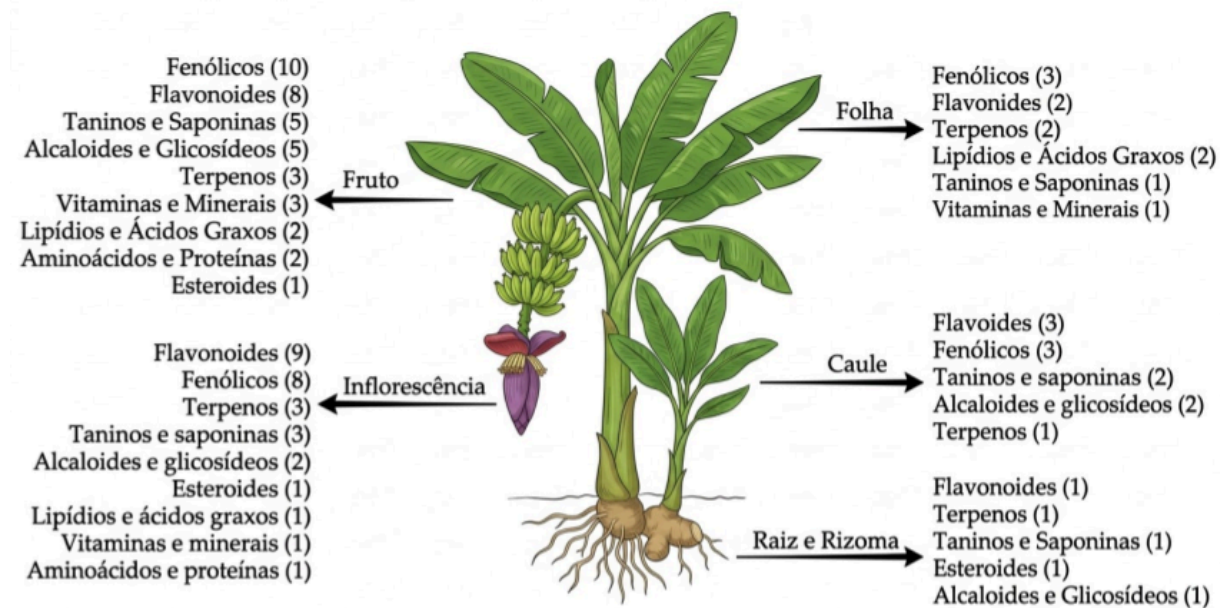
Além disso, a presença desses metabólitos secundários, especialmente compostos fenólicos e flavonoides, reforça o potencial da inflorescência na modulação do estresse oxidativo e, conseqüentemente, na regulação de processos inflamatórios. Dessa forma, o crescente uso dessa parte da planta nos estudos analisados não apenas reflete uma tendência sustentável, mas também indica sua relevância como fonte promissora de compostos bioativos com potencial terapêutico.

#### **4.2 Compostos bioativos**

Nos estudos analisados, observou-se presença de diferentes compostos bioativos distribuídos em diversas partes da planta, como casca, fruto, polpa, raiz e inflorescência (Figura 6).

Embora as concentrações desses metabólitos possam variar de acordo com fatores como origem geográfica, estágio de maturação do fruto e método de extração utilizado, a literatura descreve a presença predominante de compostos fenólicos, taninos, terpenos, flavonoides, saponinas, alcaloides, antraquinonas e glicosídeos cardíacos. Esses metabólitos secundários têm sido amplamente associados às atividades biológicas atribuídas à espécie, tais como antioxidantes, cardioprotetoras, anticancerígenas, antibacterianas e antidiabéticas (Widoyanti *et al.*, 2023).

**Figura 6** - Composição fitoquímica por número de artigos selecionados para cada parte da bananeira.



**Fonte:** Gerada pela IA Nano Banana a partir dos dados do autor, 2026.

Entre esses compostos, os fenólicos destacam-se como um dos principais responsáveis pelas atividades antioxidante e anti-inflamatória relatadas para a espécie, dentre os quais destacam-se os flavonoides, antocianinas e ácidos fenólicos. Dentre os estudos, Gadelha et al. (2021 e 2025), Divya et al. (2016) e Amornlerdpison et al. (2021) encontraram ácidos fenólicos nas flores, inflorescência e brácteas da banana. Os ácidos gálico, ferúlico, cafeico, clorogênico e cinâmico compreendem a maior parte desse grupo. Nas plantas, esses metabólitos atuam como mecanismos de defesa contra estresses ambientais, patógenos e herbívoros. Em seres humanos, diversos estudos sugerem que os compostos fenólicos podem contribuir para a redução do risco de doenças neurodegenerativas e de certos tipos de câncer, além de apresentarem propriedades antialérgicas e vasodilatadoras (Oyeyinka, Afolayan, 2020). Adicionalmente, esses compostos podem interagir com enzimas do sistema antioxidante, como a glutationa-S-transferase e NADPH, e participar de processos celulares relacionados à proteção contra danos oxidativos e ao desenvolvimento de neoplasias malignas (Oyeyinka, Afolayan, 2020).

Os flavonoides também representam um grupo importante de fitoquímicos presentes em *Musa paradisiaca*, sendo amplamente descritos na literatura como responsáveis por diversas atividades biológicas (Vadivel et al., 2016; Senevirathna &

Karim, 2024). Esses compostos são conhecidos por sua expressiva atividade antioxidante e pela capacidade de modular diferentes vias de sinalização celular. Evidências indicam que os flavonoides podem exercer efeitos terapêuticos em doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer, bem como em distúrbios cardiovasculares, incluindo hipertensão e aterosclerose, devido à sua atuação em mecanismos envolvidos na homeostase neural e na regulação da resposta inflamatória (Oyeyinka, 2020). Nos estudos, foi observado que os flavonoides mais encontrados são a rutina, quercetina, catequina, caempferol e miricetina (Amornlerdpison *et al.*, 2020; Widoyanti *et al.*, 2020; Gadelha *et al.*, 2025)

De modo geral, a diversidade de metabólitos secundários presentes em *Musa paradisiaca* reforça o potencial dessa espécie como fonte promissora de compostos com aplicabilidade farmacológica e nutracêutica. A possível atuação sinérgica entre diferentes classes de fitoquímicos pode potencializar seus efeitos biológicos, ampliando sua eficácia em processos relacionados ao estresse oxidativo e à inflamação.

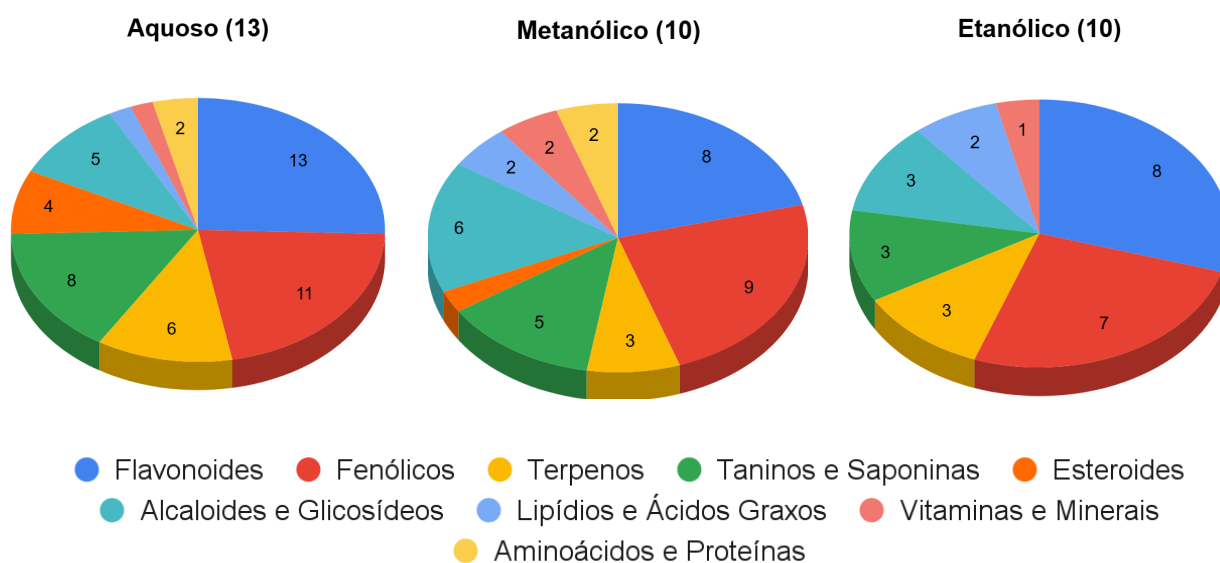
#### **4.2.1 Influência dos métodos de extração na obtenção de compostos bioativos**

A obtenção de compostos bioativos a partir de plantas medicinais depende diretamente do método de extração empregado e da natureza do solvente utilizado. Diferentes solventes apresentam polaridades distintas, o que influencia a solubilização de determinadas classes de metabólitos secundários (Rao *et al.*, 2016). Além disso, outros fatores intrínsecos à escolha do método de extração envolvem a natureza química do solvente, seletividade, temperatura, tempo de extração, custo e solubilidade (Correa *et al.*, 2017). Em estudos com *Musa paradisiaca*, são frequentemente utilizadas extrações com solventes como hexano, etanol, metanol, acetona e água, permitindo a obtenção de frações com diferentes perfis fitoquímicos (Correa *et al.*, 2016).

De modo geral, solventes apolares, como o hexano, tendem a extrair compostos lipofílicos, enquanto solventes mais polares, como etanol e metanol, são mais eficientes na extração de compostos fenólicos e flavonoides, frequentemente associados às atividades antioxidantes observadas na espécie (Oyeyinka, 2020).

Na Figura 7, observa-se uma tendência clara quanto aos métodos de extração empregados nos estudos analisados, com predominância dos extratos aquoso, metanólico e etanólico. Adicionalmente, verifica-se que os compostos mais frequentemente identificados nesses extratos são os flavonoides e os fenólicos, evidenciando a relevância dessas classes na composição química das amostras investigadas.

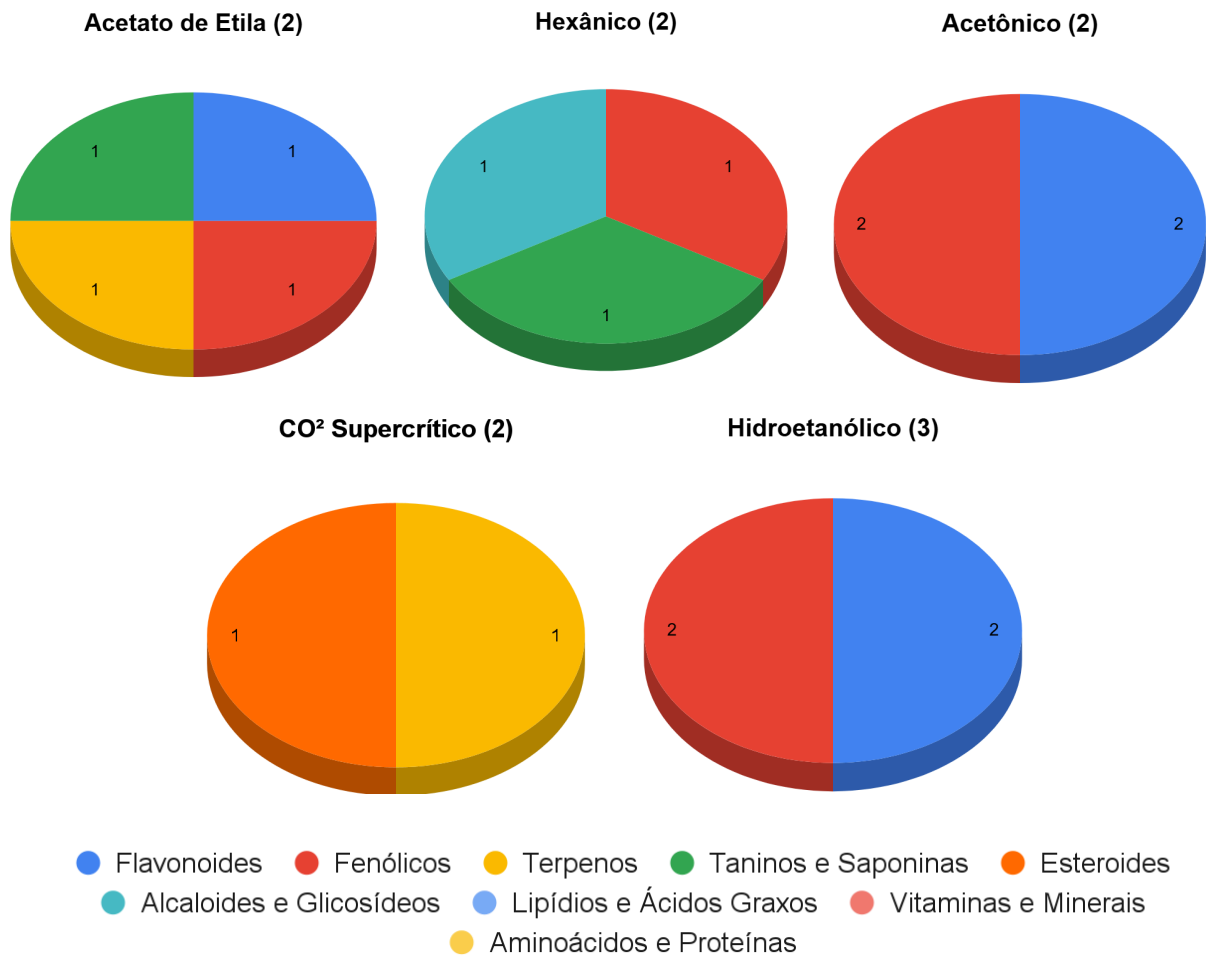
**Figura 7** - Composição fitoquímica com base nos métodos de extração mais utilizados.



**Fonte:** Autoria própria, 2026.

Em contrapartida, extratos obtidos com solventes apolares, como o hexano, apresentaram menor diversidade de compostos (Figura 8), sendo predominantemente associados a metabólitos lipofílicos, como lipídios e alguns terpenos. Métodos como extração com CO<sub>2</sub> supercrítico, embora menos frequentes, demonstram potencial por sua alta seletividade, permitindo a obtenção de compostos específicos com menor degradação térmica. Vale ressaltar que houve limitação quanto ao número de artigos que avaliaram a *Musa paradisiaca* a partir desses métodos de extração, necessitando de mais estudos acerca de sua eficiência na obtenção dos subprodutos da banana.

**Figura 8** - Composição fitoquímica com base nos métodos de extração menos utilizados.



Fonte: Autoria própria, 2026.

#### 4.3 Evidências da atividade antioxidante

Diversos estudos experimentais têm investigado o potencial antioxidante de extratos obtidos de diferentes partes da *Musa paradisiaca*, incluindo frutos, cascas, folhas, flores, caules e pseudocaules. De modo geral, a avaliação dessa atividade tem sido realizada por meio de ensaios químicos amplamente utilizados para estimar a capacidade de neutralização de radicais livres e o potencial redutor de compostos bioativos presentes em extratos vegetais.

Nos estudos analisados nesta revisão, diversos extratos derivados de diferentes partes da planta apresentaram resultados positivos nesses ensaios,

indicando significativa capacidade antioxidante. Nos quadros 1 e 2, é possível observar que há heterogeneidade nas partes da planta utilizadas, bem como nos métodos de extração. Assim, nota-se que alguns extratos podem ser mais eficientes que outros. No estudo de Arrifin *et al.* (2021), o extrato em acetato de etila das flores da banana apresentou IC<sub>50</sub> aproximadamente duas vezes superior ao antioxidante padrão, ao passo que o extrato clorofórmico da mesma estrutura vegetal demonstrou IC<sub>50</sub> cerca de três vezes mais elevado no ensaio DPPH. O acetato de etila possui uma polaridade mais elevada que o clorofórmio, fazendo com que os compostos se retenham mais facilmente durante a extração.

Estudos conduzidos com diferentes partes da *Musa paradisiaca* estabeleceram uma correlação linear positiva e forte entre o teor de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante, medida por ensaios como DPPH, ABTS e FRAP (Arrifin *et al.*, 2021; Arumugam, 2020). Essa relação sugere que a riqueza fitoquímica da espécie é o fator determinante para sua bioatividade, superando, em alguns casos, a eficácia de antioxidantes sintéticos (Rao *et al.*, 2016; Gayathry, 2024). O mecanismo fundamental desses metabólitos reside na presença de grupos hidroxila em suas estruturas moleculares, que permitem aos fenólicos e flavonoides (como rutina e quercetina) atuar como potentes agentes redutores, estabilizando radicais livres por meio da doação de átomos de hidrogênio ou transferência de elétrons (Nurmazela, Ridwanto, Ranti, 2022). Em sistemas biológicos, essa capacidade de neutralizar EROs resulta na redução do estresse oxidativo, evidenciada pela diminuição de marcadores de dano lipídico, como o malondialdeído (MDA), e pela restauração de enzimas de defesa endógenas, como a superóxido dismutase (SOD) e a catalase (CAT), protegendo órgãos vitais como fígado, rins e pulmões (George-Opuda *et al.*, 2023).

Outro aspecto relevante observado na literatura é o uso da *Musa paradisiaca* como matéria-prima para o desenvolvimento de estratégias biotecnológicas capazes de potencializar sua atividade antioxidante. Entre essas abordagens, destacam-se processos de fermentação e o desenvolvimento de nanopartículas de óxido de zinco associadas a extratos da planta (Balasubramaniyam *et al.*, 2025). A síntese verde de nanopartículas de ZnO (ZnO NPs) utilizando o extrato das folhas de *Musa paradisiaca* revelou-se uma abordagem nanobiotecnológica multifuncional e

sustentável. O estudo demonstrou que essas nanopartículas apresentam uma forte atividade antioxidante dose-dependente em múltiplos ensaios, como DPPH, ABTS, FRAP e sequestro de NO, alcançando, por exemplo, uma inibição de 88,45% de radicais DPPH na concentração de 50 µg/mL. Esse potencial é atribuído à ação sinérgica entre o óxido de zinco e os fitoconstituintes do extrato (como flavonoides e ácidos fenólicos), que aderem à superfície das partículas como agentes de capeamento e estabilização, promovendo não apenas a neutralização de radicais livres, mas também propriedades antidiabéticas e anti-inflamatórias com excelente biocompatibilidade (Balasubramaniyam et al., 2025). Além disso, o uso das folhas como precursor transforma um resíduo agrícola abundante em um recurso valioso para o gerenciamento de condições relacionadas ao estresse oxidativo.

A fermentação também é uma estratégia de potencialização do efeito antioxidante pois promove a biotransformação de macromoléculas da *Musa paradisiaca*, aumentando a liberação e/ou formação de compostos fenólicos de menor peso molecular e maior atividade antioxidante, o que se reflete em elevação significativa da capacidade antioxidante dos extratos (Hadisoewignyo et al., 2023). Esse processo é mediado por microrganismos como *Escherichia coli* e *Propionibacterium* spp., que degradam a biomassa vegetal e convertem macromoléculas, como açúcares, além de promoverem a hidrólise de fenóis conjugados em suas formas livres, mais bioativas.

Além disso, a fermentação prolongada favorece a síntese de novos compostos bioativos, como o tripeptídeo leucil-glicil-glicina, o ácido ricinoleico e a fitoesfingosina, cujos efeitos sinérgicos com o conteúdo fenólico elevado resultam em maior capacidade de inibir a peroxidação lipídica e sequestrar NO, superando, em alguns casos, o padrão de vitamina C. Dessa forma, a fermentação estendida consolida-se como uma estratégia biotecnológica promissora para potencializar o valor nutracêutico da banana no combate ao estresse oxidativo e no manejo de doenças metabólicas, como o diabetes tipo 2 (Atunnise et al., 2024).

De forma ampla, os resultados disponíveis na literatura reforçam que diferentes partes da *Musa paradisiaca* apresentam significativa atividade antioxidante, associada principalmente à presença de metabólitos secundários com reconhecida capacidade redutora. Esses achados contribuem para sustentar o

potencial da espécie como fonte de compostos bioativos capazes de atuar na modulação do estresse oxidativo, processo intimamente relacionado ao desenvolvimento e à manutenção de respostas inflamatórias.

**Quadro 1** - Estudos que avaliaram o efeito antioxidante *in vitro* da *Musa paradisiaca*.

Parte da planta	Tipo de extrato/solvente	Resultados Principais (IC <sub>50</sub> ou % de inibição)	Antioxidante padrão do estudo (IC <sub>50</sub> ou % de inibição)	Referência
Brácteas	Etanólico	<b>DPPH:</b> 52,05% (120 µg/mL) 68,47 µg/mL	12,94 µg/mL	Arumugam <i>et al.</i> , 2020
		<b>ABTS:</b> 84,28% (30 µg/mL) 10,04 µg/mL	4,83 µg/mL	
		<b>FRAP:</b> 57,06% (120 µg/mL) 85,43 µg/mL	21,69 µg/mL	
		<b>NO:</b> 49,63% (120 µg/mL) 93,94 µg/mL	13,76 µg/mL	
		<b>Superóxido:</b> 57,71% (120 µg/mL) 71,37 µg/mL	15,18 µg/mL	
Brácteas	Metanólico	<b>DPPH:</b> 2,52 mg/mL	0,75 mg/mL	Falowo <i>et al.</i> , 2021
		<b>FRAP:</b> 23,09 mg/mL	0,75 mg/mL	
Casca (fervida)	Aquoso	<b>DPPH:</b> 17,54% (10 µg/mL) 30 µg/mL	64,12% (10 µg/mL) 10 µg/mL	Oyeyinka & Afolayan, 2020
		<b>ABTS:</b> 90,17%	99,10% (80 µg/mL)	

		(80 µg/mL) 40 µg/mL	30 µg/mL	
		<b>FRAP:</b> 144,04 mg RE/g	195,95 mg RE/g	
Casca (verde)	Etanólico	<b>DPPH:</b> 52,85% (1 mg/mL) 0,968 mg/mL	55,67 mg VCEAC/g	Widoyanti <i>et al.</i> , 2023
		<b>FRAP:</b> 4,53 mg/mL	25,73 mg VCEAC/g	
Casca	Hexânico	<b>DPPH:</b> 24% (2,5 mg/mL) >2,50 mg/mL	64% (2,5 mg/mL) 0,22 mg/mL	Ali <i>et al.</i> , 2025
		<b>FRAP:</b> ≅ 30% (2,5 mg/mL) >3,50 mg/mL	51% (2,5 mg/mL) 3,15 mg/mL	
Flóculos (flores)	Acetato de Etila	<b>DPPH:</b> 38,26 µg/mL	15,33 µg/mL	Ariffin <i>et al.</i> , 2021
Flóculos (flores)	Clorofórmico	<b>DPPH:</b> 47,73 µg/mL	15,33 µg/mL	Ariffin <i>et al.</i> , 2021
Flores	Aquoso	<b>DPPH:</b> 80,07% (10 mg/ml)	95,3% (0,1 mg/mL)	Vadivel <i>et al.</i> , 2016
Folhas	Acetato de Etila	<b>DPPH:</b> 90,76 % (1 mg/mL) 0,251 mg/mL	235 mg VCEAC/g	Widoyanti <i>et al.</i> , 2023
		<b>FRAP:</b> 12,46 mg/mL	70,74 mg VCEAC/g	
		<b>NO:</b> 0,782 mg/mL	0,057 mg/mL	
Folhas (nanopartículas de óxido de	Aquoso	<b>DPPH:</b> 88,45% (50 µg/mL)	93,15% (50 µg/mL) 18,4 µg/mL	Balasubram aniyam <i>et al.</i> ,

zinco)		26,7 µg/mL		2025
		<b>ABTS:</b> 87,36% (50 µg/mL) <10µg/mL	91,39% (50 µg/mL) <10 µg/mL	
		<b>FRAP:</b> 87,14% (50 µg/mL) 28,6 µg/mL	90.89% (50 µg/mL) 22,6 µg/mL	
		<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:</b> 84,6% (50 µg/mL) 28,4 µg/mL	89,9% (50 µg/mL) 19,6 µg/mL	
		<b>NO:</b> 82,67% (50 µg/mL) 29,4 µg/mL	88,67% (50 µg/mL) 21,7 µg/mL	
Fruto (pó)	Metanólico	<b>DPPH:</b> 54,10 µg/mL	Não elucidado	Anuar <i>et al.</i> , 2023
		<b>ABTS:</b> 131,79 mg TEQ/100 g	Não elucidado	
		<b>FRAP:</b> 30,07 mg TEQ/100 g	Não elucidado	
Inflorescência	Etanólico	<b>ABTS:</b> 2,93 mg/mL	Não elucidado	Amornlerdps on <i>et al.</i> , 2021
Inflorescência	Acetato de Etila	<b>DPPH:</b> 66,92 µg/mL	34,48 µg/mL	Shristy <i>et al.</i> , 2022
Inflorescência	scCO <sub>2</sub> (Supercrítico)	<b>Fosfomolibdênio:</b> 3576,86 mg equiv. de α-tocoferol/g	Não elucidado	Correa <i>et al.</i> , 2017
Fruto (polpa)	Metanólico	<b>DPPH:</b> 23,25 µg/mL GAEq (fermentada)	38,05 µg/mL GAEq	Atunnise <i>et al.</i> , 2024
		<b>FRAP:</b>	24,21 µg/mL	

		19,69 µg/mL GAEq	GAEq	
		<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:</b> 35,76 µg/mL GAEq	39,64 µg/mL GAEq	
		<b>NO:</b> 21,41 µg/mL GAEq	24,68 µg/mL GAEq	
Pseudocaule	Etanólico	<b>DPPH:</b> 0,86 mg/mL	0,67 µg/mL	Gayathry & John, 2024
		<b>ABTS:</b> 14,06 µg TE/mg	Não elucidado	
		<b>FRAP:</b> 0,09 µg TE/mg	Não elucidado	
Pseudocaule	Exsudato	<b>DPPH:</b> 89,19% (128 µl/mL) 2,2 µl	Não elucidado	Ghany <i>et al.</i> , 2018

**Fonte:** Autoria própria, 2026.

Legenda: **IC<sub>50</sub>** - valor numérico que indica a concentração exata de extrato necessária para inibição de 50% dos radicais livres ou do processo de oxidação; **% de inibição** - representa o quanto o extrato foi capaz de neutralizar os radicais livres em uma determinada concentração; **RE/g** - equivalente de Rutina por grama de extrato; **VCEAC/g** - capacidade antioxidante equivalente à vitamina C por grama de extrato; **mMTEQ/100g** - Equivalente de Trolox por 100g de extrato; **GAEq** - Equivalente de Ácido Gálico; **TE/mg** - Equivalente de Trolox por miligrama de extrato.

#### 4.4 Evidências da atividade anti-inflamatória

Entre os estudos analisados, alguns investigaram de forma mais aprofundada os mecanismos envolvidos na atividade anti-inflamatória de compostos isolados de *Musa paradisiaca*. Em modelo *in vivo* de inflamação crônica induzida por formalina em ratos, uma fração hexânica obtida da planta, da qual foi isolado o composto cicloeucalenona, houve redução significativa do edema na dose de 200 mg/kg,

apresentando, nos dias finais do experimento, eficácia semelhante à observada com o fármaco padrão ibuprofeno (Ali *et al.*, 2026).

Esse achado é reforçado por estudos de *docking* molecular, que evidenciam a afinidade de ligação da cicloeucalenona com alvos relevantes da resposta inflamatória, como a enzima fosfolipase A<sub>2</sub> (PL-A<sub>2</sub>) e o fator de transcrição NF-κB (Ali *et al.*, 2026). A interação com o NF-κB é particularmente relevante, considerando seu papel central na regulação da expressão de genes envolvidos na produção de citocinas pró-inflamatórias. De forma complementar, Gadelha *et al.* (2021) demonstraram que o extrato da inflorescência de *Musa paradisiaca* reduz a infiltração de células inflamatórias e a produção de citocinas dos perfis Th2 e Th17, efeito associado à inibição dessa via de sinalização.

Ademais, foi observada inibição significativa da atividade da PL-A<sub>2</sub>, atingindo cerca de 74% na concentração de 1,0 mg/mL (Ali *et al.*, 2026). Essa enzima desempenha papel central na cascata inflamatória ao catalisar a liberação de ácido araquidônico a partir dos fosfolípidios de membrana, etapa inicial para a síntese de mediadores lipídicos pró-inflamatórios, como prostaglandinas e leucotrienos. Assim, sua inibição reforça o potencial dos compostos derivados de *Musa paradisiaca* em modular diretamente vias inflamatórias chave, em concordância com os achados de interação molecular previamente descritos.

**Quadro 2** - Estudos que avaliaram o efeito anti-inflamatório da *Musa paradisiaca* em diferentes modelos experimentais.

Parte da planta	Modelo experimental	Principais Mediadores e Vias Moduladas	Principais Achados	Referência
Casca	<i>In vivo</i> ; <i>In vitro</i>	PL-A <sub>2</sub> NF-κB	Inibição de 74% da PL-A <sub>2</sub>	Ali <i>et al.</i> (2025)
			Redução significativa de edema comparável ao ibuprofeno	
Inflorescência	<i>In vivo</i>	TLR4/NF-κB IL-1β TNF-α MPO	Redução de neutrófilos e MPO	Gadelha <i>et al.</i> (2025)

		NETs	Inibição de NETs e aumento da IL-10	
Folha, casca e caule	<i>In vivo</i> ; <i>In vitro</i>	NF-κB p38 MAPK IL-6 IL-17 NO	Supressão da tempestade de citocinas	Liao <i>et al.</i> (2024)
			Diminuição do estresse oxidativo/nitrosativo viral	
Inflorescência	<i>In vivo</i>	NF-κB IL-4 IL-5 IL-13 IL-17A	Redução de eosinófilos e citocinas Th2/Th17	Gadelha <i>et al.</i> (2021)
			Modulação de macrófagos M1 (CD86/HLA-DR)	
Caule	<i>In vivo</i>	IL-1β IL-6 TNF-α	Redução dose-dependente de citocinas pró-inflamatórias na mucosa do jejuno	Kurnijastanti (2019)
Casca	<i>In vivo</i>	IL-1β IL-6 TNF-α Na <sup>+</sup> /K <sup>+</sup> ATPase	Cardioproteção via redução de citocinas sistêmicas	Suleiman <i>et al.</i> (2021)
			Preservação da integridade do sarcolema	
Folhas	<i>In vitro</i> ; <i>In silico</i>	15-LOX iNOS COX-2	Flavonoides (rutina/caempferol) apresentaram alta afinidade pela iNOS	Widoyanti <i>et al.</i> (2023)
Folha (nanopartículas de ZnO)	<i>In vitro</i>	Desnaturação proteica HRBC (Membrana de eritrócitos)	Estabilização dose-dependente de membranas lisossomais	Balasubramaniyam <i>et al.</i> (2025)
			Inibição da hemólise	

Polpa	<i>In vitro</i>	NO Desnaturação de albumina	Potencialização do efeito via novos metabólitos (leucil-glicil-glicina)	Atunnise <i>et al.</i> (2024)
			Sequestro de NO superior à Vitamina C	
Tepal, casca e polpa	<i>In vitro</i>	NO	Inibição da produção de NO induzida por LPS sem citotoxicidade celular significativa	Ado Ahmad <i>et al.</i> (2016)
Flores	<i>In vitro</i>	HRBC	Estabilização de 92,24% da membrana eritrocitária	Divya <i>et al.</i> (2016)
Inflorescência	<i>In vitro</i>	Via Alternativa do Complemento	Inibição de >76% da hemólise via bloqueio da via alternativa	Correa <i>et al.</i> (2017)

**Fonte:** Autoria própria, 2026.

Legenda: **PL-A<sub>2</sub>**: fosfolipase A<sub>2</sub>; **NF-κB**: fator nuclear kappa B; **TLR4**: receptor do tipo Toll 4; **IL**: interleucina; **TNF-α**: fator de necrose tumoral alfa; **MPO**: mieloperoxidase; **NETs**: armadilhas extracelulares de neutrófilos; **MAPK**: proteína quinase ativada por mitógeno; **NO**: óxido nítrico; **iNOS**: óxido nítrico sintase induzível; **COX-2**: ciclooxigenase-2; **15-LOX**: 15-lipoxigenase; **HRBC**: Human Red Blood Cell (membrana de eritrócitos humanos); **LPS**: lipopolissacarídeo.

Embora a atividade antioxidante observada tenha sido moderada nas concentrações testadas, esses achados indicam que compostos derivados de *Musa paradisiaca* podem exercer efeitos anti-inflamatórios não apenas por interferência direta em enzimas e vias inflamatórias, mas também por meio da modulação do estresse oxidativo, processo intimamente relacionado à ativação de vias pró-inflamatórias. Segundo estudos de Gadelha et al. (2021) e Kurnijasanti (2019), os extratos hidroalcoólico e etanólico da *Musa paradisiaca* foram capazes de reduzir a expressão de citocinas inflamatórias em diferentes contextos patológicos. No modelo respiratório, observou-se diminuição de citocinas associadas aos perfis Th2 e Th17, como IL-4, IL-5, IL-13 e IL-17A, acompanhada por aumento de IFN-γ, sugerindo reequilíbrio da resposta imune. Já no contexto intestinal, houve redução

de citocinas pró-inflamatórias clássicas, incluindo TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$  e IL-6, o que contribuiu para a atenuação do dano à mucosa. Esses achados reforçam a possibilidade de atuação da espécie em diferentes sistemas do organismo.

Em modelos de inflamação pulmonar aguda, há evidências de que o extrato da planta atenua a resposta inflamatória ao suprimir a ativação da via p38 MAPK e reduzir os níveis de quimiocinas como RANTES e MCP-1, importantes para o recrutamento de leucócitos (Liao *et al.*, 2024). Além disso, observa-se modulação da resposta neutrofílica, caracterizada pela redução da expressão do receptor CD18 e pela inibição da formação de armadilhas extracelulares de neutrófilos (NETs). Esse efeito é acompanhado por diminuição da atividade da mieloperoxidase (MPO) e da liberação de DNA livre (Gadelha *et al.*, 2025).

No estudo de Correa *et al.* (2017), foi observada a inibição da via alternativa do sistema complemento, efeito atribuído à presença do triterpeno lupenona em frações obtidas por tecnologias de extração limpa. Esses mecanismos contribuem para limitar o dano tecidual decorrente da liberação excessiva de enzimas e espécies reativas, favorecendo a manutenção da homeostase em condições de inflamação aguda (Liao *et al.*, 2024; Gadelha *et al.*, 2025).

Além da modulação de mediadores inflamatórios, a planta também atua na preservação da integridade estrutural e funcional das membranas celulares frente ao estresse oxidativo. Em modelos de infarto, o tratamento com extratos da casca promove a restauração da atividade da enzima Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase e reduz o extravasamento de troponina-I, indicando efeito protetor sobre o sarcolema contra a lipoperoxidação (Suleiman *et al.*, 2021). Esse efeito estabilizador também é observado em eritrócitos humanos (HRBC), nos quais extratos de flores e folhas reduzem a hemólise induzida por choque hipotônico, sugerindo um mecanismo semelhante à estabilização de membranas lisossomais (Divya *et al.*, 2016; Balasubramaniyam *et al.*, 2025).

Em macrófagos RAW 264.7, a *Musa paradisiaca* demonstrou ainda capacidade de reduzir a produção de óxido nítrico (NO) induzida por estímulo bacteriano, sem comprometer a viabilidade celular (Ado Ahmad *et al.*, 2016). Essa inibição assume relevância científica visto que o NO, embora essencial em

processos fisiológicos regulatórios, atua como um marcador inflamatório crítico e precursor de espécies reativas de nitrogênio, cuja superprodução pela iNOS está associada a danos citotóxicos e ao agravamento de patologias inflamatórias (Arumugam et al., 2020; Widoyanti et al., 2023).

A evidência sugere que os fitoconstituintes da planta operam na modulação da via de sinalização do NF- $\kappa$ B, impedindo a translocação nuclear deste fator e a consequente ativação transcricional necessária para a síntese da iNOS (Gadelha et al., 2021; Liao et al., 2024). Complementarmente, análises de docking molecular indicam que flavonoides e ácidos fenólicos abundantes na espécie, como a rutina e o caempferol-3-O-rutinosídeo, apresentam forte afinidade de ligação ao sítio ativo da iNOS (Widoyanti et al., 2023), o que fundamenta a eficácia observada tanto no sequestro direto de radicais quanto na interrupção da produção endógena (Atunnise et al., 2024; Balasubramaniyam et al., 2025).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das evidências analisadas, a *Musa paradisiaca* demonstra relevante potencial como fonte de compostos bioativos com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes. Os estudos revisados indicam que diferentes partes da planta e seus respectivos extratos são capazes de modular a resposta inflamatória por múltiplos mecanismos, incluindo a inibição de citocinas pró-inflamatórias, a regulação de vias de sinalização celular, com destaque para NF- $\kappa$ B, e a atuação sobre enzimas envolvidas na cascata inflamatória.

Além disso, a expressiva atividade antioxidante observada, principalmente associada à presença de compostos fenólicos e flavonoides, reforça a capacidade da espécie em atuar na neutralização de espécies reativas e na manutenção do equilíbrio redox, evidenciando a inter-relação entre estresse oxidativo e inflamação. A diversidade de modelos experimentais utilizados nos estudos analisados fortalece a consistência dos achados, embora também evidencie a necessidade de maior padronização metodológica.

Apesar dos resultados promissores, a maioria das evidências ainda se concentra em modelos *in vitro* e *in vivo*, o que limita a extrapolação direta para a prática clínica. Dessa forma, tornam-se necessários estudos adicionais, especialmente ensaios clínicos controlados, para confirmar a eficácia, segurança e aplicabilidade terapêutica dos extratos da *Musa paradisiaca* em humanos.

Portanto, a espécie se apresenta como uma alternativa potencial no desenvolvimento de estratégias terapêuticas voltadas ao controle de processos inflamatórios, destacando-se como um importante alvo para futuras investigações científicas e farmacológicas.

## 6 REFERÊNCIAS

AHMED, Osama M. *et al.* Musa paradisiaca L. leaf and fruit peel hydroethanolic extracts improved the lipid profile, glycemic index and oxidative stress in nicotinamide/streptozotocin-induced diabetic rats. **Veterinary Medicine and Science**, v. 7, n. 2, p. 500–511, 2021

ALAM, Md Nur; BRISTI, Nusrat Jahan; RAFIQUZZAMAN, Md. Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. **Saudi Pharmaceutical Journal: SPJ: The Official Publication of the Saudi Pharmaceutical Society**, v. 21, n. 2, p. 143–152, 2013.

ALI, Ibeabuchi J. *et al.* Anti-inflammatory, antioxidant, molecular docking and pharmacokinetics properties of cycloeucalenone isolated from Musa × paradisiaca L. fruit peels. **Chemistry & Biodiversity**, v. 23, n. 1, p. e02342, 2026.

AMORNLERDPISON, Doungporn *et al.* Bioactive compounds and antioxidant properties of banana inflorescence in a beverage for maternal breastfeeding. **Applied Sciences (Basel, Switzerland)**, v. 11, n. 1, p. 343, 2020.

ANUAR, Mohd Nur Nasyriq *et al.* The antioxidant activity and induction of apoptotic cell death by Musa paradisiaca and Trigona sp. Honey jelly in ORL115 and ORL188 cells. **The Malaysian Journal of Medical Sciences**, v. 30, n. 1, p. 82–91, 2023.

ARIFFIN *et al.* In vitro antibacterial, antioxidant, and cytotoxicity evaluations of Musa paradisiaca cv. Sekaki florets from Sarawak, Malaysia. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, 2021.

ARUMUGAM, Perumal *et al.* Phytochemical analysis, antioxidant activities and GC-MS profiling of ethanol bract extract of Musa paradisiaca L.. **Journal of Drug Delivery and Therapeutics**, v. 10, n. 4- s, p. 167–175, 2020.

ATUNNISE, Adeleke Kazeem *et al.* Metabolomics and in-vitro bioactivities studies of fermented Musa paradisiaca pulp: A potential alpha-amylase inhibitor. **Heliyon**, v. 10, n. 3, p. e24659, 2024.

BALASUBRAMANIAM, Saranya *et al.* Green-engineered synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles using Musa paradisiaca: evaluation of antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and antihyperglycemic activities. **3 Biotech**, v. 15, n. 10, p. 358, 2025.

BENDER, Elizabeth C.; TAREQ, Halah S.; SUGGS, Laura J. Inflammation: a matter of immune cell life and death. **NPJ Biomedical Innovations**, v. 2, n. 1, 2025.

CORREA, Madeline *et al.* Extraction of inflorescences of Musa paradisiaca L. using supercritical CO<sub>2</sub> and compressed propane. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 113, p. 128–135, 2016.

CORREA, Madeline *et al.* Bioactivity of extracts of *Musa paradisiaca* L. obtained with compressed propane and supercritical CO<sub>2</sub>. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 122, p. 63–69, 2017.

FALOWO, Thompson T. *et al.* Polyphenolic content of *Musa acuminata* and *Musa paradisiaca* bracts: Chemical composition, antioxidant and antimicrobial potentials. **Biomedical & Pharmacology Journal**, v. 14, n. 4, p. 1767–1780, 2021.

GADELHA, F. A. A. F. *et al.* Immunomodulatory properties of *Musa paradisiaca* L. inflorescence in Combined Allergic Rhinitis and Asthma Syndrome (CARAS) model towards NFκB pathway inhibition. **Journal of Functional Foods**, v. 83, n. 104540, p. 104540, 2021.

GADELHA, F. A. A. F. *et al.* *Musa paradisiaca* L. inflorescence abrogates neutrophil activation by downregulating TLR4/NF-KB signaling pathway in LPS-induced acute lung injury model. **Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)**, v. 18, n. 1, p. 8, 2024.

GAYATHRY, K. S.; JOHN, Jenny Ann. Physical, functional and bioactive properties of microencapsulated powders from banana pseudostem and inflorescence extracts. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 6, n. 1, 2024.

GHANY, A. T. M. *et al.* Antioxidant, antitumor, antimicrobial activities evaluation of *Musa paradisiaca* L. pseudostem exudate cultivated in Saudi Arabia. **BioNanoScience**, v. 9, n. 1, p. 172–178, 2019.

GEORGE-OPUDA, Maureen Ibitoroko *et al.* Assessment of liver antioxidant profile in *Plasmodium berghei* infected mice treated with curative ethanol leaf extract of *Musa paradisiaca*. **Ethiopian Journal of Health Sciences**, v. 33, n. 5, p. 761–768, 2023.

HADISOEWIGNYO, L.; FOE, K.; PRASETYO, J. Factorial experimental design for optimizing the roasting condition of banana peel (*Musa paradisiaca* var Semeru): characteristics and antioxidant activity. **Food Research**, v. 7, n. 6, p. 48–53, 2023.

HAN, Hyein *et al.* Overall compilation of adverse effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs: a hypothesis-free systematic investigation using a nationwide cohort study. **Frontiers in Pharmacology**, v. 16, p. 1539328, 2025.

IS, Silpa *et al.* Investigation of the in-vitro and in vivo hypoglycemic potential of *musa paradisiaca* L. (ab) and *mangifera indica* L. Inflorescences. **Drug Discovery**, v. 18, n. 42, p. 1–15, 2024.

ISLAM, A. T. M. Rafiqul *et al.* Ethnobotanical study of plants used by the Munda ethnic group living around the Sundarbans, the world's largest mangrove forest in southwestern Bangladesh. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 285, n. 114853, p. 114853, 2022.

ISRAEL OYEWOLE, Oluwole. Hepatorenal protective activities of plantain root (*Musa paradisiaca*) on arsenic-induced oxidative damage in rat. **Advances in Biochemistry**, v. 3, n. 2, p. 30, 2015.

JIMÉNEZ-MARTÍNEZ, Miriam C. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on the polyphenols and antioxidant activity of plantain pulp (*Musa paradisiaca* AAB): High hydrostatic pressure on the plantain pulp polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 8, p. 2508–2515, 2017.

K. B., Arun; NISHA, B. P.; *et al.* *Musa paradisiaca* inflorescence induces human colon cancer cell death by modulating cascades of transcriptional events. **Food & Function**, Cambridge, v. 9, n. 1, p. 511–524, 2018.

KALWAR, Payal R.; KOLTE, Satish S.; THAKER, Karan. Identification of progesterone in the banana inflorescence of *Musa paradisiaca* L. species by using HPTLC and GC-MS techniques. **Analytical Chemistry Letters**, v. 11, n. 1, p. 39–54, 2021.

KIBRIA, Asif Ahmed *et al.* Extraction and Evaluation of Phytochemicals from Banana Peels (*Musa sapientum*) and Banana Plants (*Musa paradisiaca*). **Malaysian Journal of Halal Research**, v. 2, n. 1, p. 22–26, 2019.

KISHORE, Navneet *et al.* Human disorders associated with inflammation and the evolving role of natural products to overcome. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 179, p. 272–309, 2019.

KRAITHONG, Supaluck; ISSARA, Utthapon. A strategic review on plant by-product from banana harvesting: A potentially bio-based ingredient for approaching novel food and agro-industry sustainability. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 8, p. 530–543, 2021.

KURNIJASANTI, R.; CANDRARISNA, M. The effect of pisang ambon (*Musa paradisiaca* L.) stem extract on the regulation of IL-1 $\beta$ , IL-6 and TNF- $\alpha$  in rats' enteritis. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences*, v. 33, n. 2, p. 407–413, 2019.

LAU, Beng Fye *et al.* Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 14–28, 2020.

LAVUDI, Kousalya *et al.* Anti-tumour efficacy of *Musa paradisiaca* flower extracts on DMBA induced mammary carcinogenesis in female wistar rats. **Suid-Afrikaanse tydskrif vir plantkunde [South African Journal of Botany]**, v. 151, p. 200–207, 2022.

LI, Zhaoyi *et al.* Natural products in drug discovery and development: Synthesis and medicinal perspective of leonurine. **Frontiers in Chemistry**, v. 10, p. 1036329, 2022.

LIAO, Chien-Huang *et al.* Inhibition of polyinosinic-polycytidylic acid-induced acute pulmonary inflammation and NF- $\kappa$ B activation in mice by a banana plant extract. **International Journal of Medical Sciences**, v. 21, n. 1, p. 107–122, 2024.

MADDIPATI, Krishna Rao. Distinct etiology of chronic inflammation - implications on degenerative diseases and cancer therapy. **Frontiers in Immunology**, v. 15, p. 1460302, 2024.

MANFUL, Charles F. *et al.* Therapeutic strategies targeting oxidative stress and inflammation: A narrative review. **BioChem**, v. 5, n. 4, p. 35, 2025.

MOHD ZAINI, Hana *et al.* Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry. **Journal of Functional Foods**, v. 92, n. 105054, p. 105054, 2022.

MONTINARI, Maria Rosa; MINELLI, Sergio; DE CATERINA, Raffaele. The first 3500 years of aspirin history from its roots - A concise summary. **Vascular Pharmacology**, v. 113, p. 1–8, 2019.

MOTTA, Gabriel Emiliano *et al.* Beyond the peel: Biorefinery approach of other banana residues as a springboard to achieve the United Nations' sustainable development goals. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 30, n. 100893, p. 100893, 2022.

NISHA, P.; MINI, S. Flavanoid rich ethyl acetate fraction of *Musa paradisiaca* inflorescence down-regulates the streptozotocin induced oxidative stress, hyperglycaemia and mRNA levels of selected inflammatory genes in rats. **Journal of Functional Foods**, v. 5, n. 4, p. 1838–1847, 2013.

NISHA, P.; MINI, S. *in vitro* antioxidant and antiglycation properties of methanol extract and its different solvent fractions of *Musa paradisiaca* L. (CV. Nendran) inflorescence. **International Journal of Food Properties**, v. 17, n. 2, p. 399–409, 2014.

NURMAZELA, Virda; RIDWANTO; RANI, Zulmai. Antioxidant activity test of Barangan banana hump's ethanol extract (*Musa paradisiaca* (L.)) with DPPH (1,1 diphenyl-2-picrylhydrazyl) methods. **International Journal of Science, Technology & Management**, p. 1478–1483, 2022.

OYEYINKA, Barnabas Oluwatomide; AFOLAYAN, Anthony Jide. Comparative and correlational evaluation of the phytochemical constituents and antioxidant activity of *Musa sinensis* L. and *Musa paradisiaca* L. fruit compartments (musaceae). **TheScientificWorldJournal**, v. 2020, p. 4503824, 2020.

PADAM, B. S. *et al.* Antibacterial and Antioxidative Activities of the Various Solvent Extracts of Banana (*Musa paradisiaca* cv. Mysore) Inflorescences. **Journal of Biological Sciences (Faisalabad, Pakistan)**, v. 12, n. 2, p. 62–73, 2012.

PADILLA-CAMBEROS, Eduardo *et al.* Wound healing and antioxidant capacity of *Musa paradisiaca* Linn. peel extracts. **Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research**, v. 4, n. 1, p. 165–173, 2016.

PANIGRAHI, Padma Nibash *et al.* Antiurolithiatic and antioxidant efficacy of *Musa paradisiaca* pseudostem on ethylene glycol-induced nephrolithiasis in rat. **Indian Journal of Pharmacology**, v. 49, n. 1, p. 77–83, 2017.

PRASERT, Sobhon; GAVIN, Savedvanich; SAWAEK, Weerakiet. Oxidative stress and inflammation: the root causes of aging. **Exploration of Medicine**, p. 127–156, 2023.

RAHAMAN, Md Mizanur *et al.* Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. **Food Science & Nutrition**, v. 11, n. 4, p. 1657–1670, 2023.

RAKHA, Allah *et al.* Anti-inflammatory and anti-allergic potential of dietary flavonoids: A review. **Biomedecine & pharmacotherapie [Biomedicine & Pharmacotherapy]**, v. 156, n. 113945, p. 113945, 2022.

RAO, U. S. Mahadeva. IN VITRO NITRIC OXIDE SCAVENGING AND ANTI INFLAMMATORY ACTIVITIES OF DIFFERENT SOLVENT EXTRACTS OF VARIOUS PARTS OF *Musa paradisiaca*. **Malaysian Journal of Analytical Science**, v. 20, n. 5, p. 1191–1202, 2016b.

RAO, U. S. Mahadeva. PHYTOCHEMICAL SCREENING, TOTAL FLAVONOID AND PHENOLIC CONTENT ASSAYS OF VARIOUS SOLVENT EXTRACTS OF TEPAL OF *Musa paradisiaca*. **Malaysian Journal of Analytical Science**, v. 20, n. 5, p. 1181–1190, 2016.

ROSA, Rafaela Henriques *et al.* Determination of macro- and microelements in the inflorescences of banana tree using ICP OES: Evaluation of the daily recommendations of intake for humans. **The Scientific World Journal**, v. 2020, p. 8383612, 2020.

SAHU, Jyoti *et al.* Effect of different levels of calcium & magnesium on production and quality of banana (*Musa paradisiaca* L.) cv. Grand Naine. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 35, n. 16, p. 426–435, 2023.

SEGUN GIWA, Abdulmoseen *et al.* Biofuel recovery from plantain and banana plant wastes: Integration of biochemical and thermochemical approach. **Journal of Renewable Materials**, v. 11, n. 6, p. 2593–2629, 2023.

SENEVIRATHNA, Nuwanthi; KARIM, Azharul. Banana inflorescence as a new source of bioactive and pharmacological ingredients for food industry. **Food Chemistry Advances**, v. 5, n. 100814, p. 100814, 2024.

SHRISTY, Nusrat Tabassum *et al.* In vitro Biological Activities and Fatty Acid Composition Analysis of *Musa paradisiaca* L. Inflorescence. **The Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 23, n. 1, p. 69–76, 2024.

SOHAIL, Rohab *et al.* Effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and gastroprotective NSAIDs on the gastrointestinal tract: A narrative review. **Cureus**, v. 15, n. 4, p. e37080, 2023.

SREE, Mude Ramya *et al.* Effect of post shooting bunch sprays and bunch covers on yield of banana cv. Grand Naine. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, [S. I.], v. 9, n. 6, p. 741-744, 2020.

SULEIMAN, Kolawole Yusuf *et al.* Cardioprotective effects of aqueous extract of ripped *Musa paradisiaca* peel in isoproterenol induced myocardial infarction rat model. **Biomedical Research and Therapy**, v. 8, n. 10, p. 4634–4648, 2021.

TRISTAN ASENSI, M. *et al.* Low-grade inflammation and ultra-processed foods consumption: A review. **Nutrients**, v. 15, n. 6, p. 1546, 2023.

UHEGBU, Friday O.; IMO, Chinedu; ONWUEGBUCH, Chibuzo H. Hypoglycemic, hypolipidemic and antioxidant activities of *Musa paradisiaca*, *normalis* (plantain) supplemented diet on alloxan induced-diabetic albino rats. **Asian Journal of Biochemistry**, v. 11, n. 3, p. 162–167, 2016.

VADIVEL, V. *et al.* In vitro studies on the biological activities of flowers of banana (*Musa paradisiaca* L.). **Der Pharmacia Lettre**, v. 8, n. 10, p. 238–246, 2016

VILHENA, R. O. *et al.* Antidiabetic activity of *Musa x paradisiaca* extracts in streptozotocin-induced diabetic rats and chemical characterization by HPLC-DAD-MS. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 254, n. 112666, p. 112666, 2020.

WIDOYANTI, Ansella Amanda Epifani *et al.* Valorization of Nam Wah banana (*Musa paradisiaca* L.) byproducts as a source of bioactive compounds with antioxidant and anti-inflammatory properties: In vitro and in silico studies. **Foods (Basel, Switzerland)**, v. 12, n. 21, p. 3955, 2023.

XU, Xieyang; PANG, Yan; FAN, Xianqun. Mitochondria in oxidative stress, inflammation and aging: from mechanisms to therapeutic advances. **Signal Transduction and Targeted Therapy**, v. 10, n. 1, p. 190, 2025.

YANG, Xiaofan *et al.* Mechanisms of neutrophil extracellular trap in chronic inflammation of endothelium in atherosclerosis. **Life Sciences**, v. 328, n. 121867, p. 121867, 2023.

ZHANG, Zenglei *et al.* Role of inflammation, immunity, and oxidative stress in hypertension: New insights and potential therapeutic targets. **Frontiers in Immunology**, v. 13, p. 1098725, 2022.

ZOTOVA, Natalya *et al.* Acute and chronic systemic inflammation: Features and differences in the pathogenesis, and integral criteria for verification and differentiation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 2, p. 1144, 2023.