



**unifaema**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA**

**GEISE CAMILA DOS SANTOS DE OLIVEIRA**

**EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE BOTÕES FLORAIS DE VARIEDADES DE  
BANANEIRAS (*Musa spp.*) NATIVAS E GENETICAMENTE MODIFICADAS:**

**Análise do perfil fitoquímico e atividade antibacteriana**

**ARIQUEMES - RO  
2023**

**GEISE CAMILA DOS SANTOS DE OLIVEIRA**

**EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE BOTÕES FLORAIS DE VARIEDADES DE  
BANANEIRAS (*Musa spp.*) NATIVAS E GENETICAMENTE MODIFICADAS:  
Análise do perfil fitoquímico e atividade antibacteriana**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof. Dra. Taline Canto Tristão.

**ARIQUEMES - RO  
2023**

**FICHA CATALOGRÁFICA**  
**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

O48e Oliveira, Geise Camila dos Santos de.

Extrato hidroalcolóico de botões florais de variedades de bananeiras (*Musa spp.*) nativas e geneticamente modificadas: análise do perfil fitoquímico e atividade antibacteriana. / Geise Camila dos Santos de Oliveira. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023.

54 f.

Orientador: Prof. Dra. Taline Canto Tristão.

Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado Farmácia – Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Ariquemes/RO, 2023.

1. Atividade Biológica. 2. Antibióticos. 3. Saúde. 4. Indústria Farmacêutica. I. Título. II. Tristão, Taline Canto.

CDD 615.4

**Bibliotecária Responsável**  
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro  
CRB 1114/11

**GEISE CAMILA DOS SANTOS DE OLIVEIRA**

**EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE BOTÕES FLORAIS DE VARIEDADES DE  
BANANEIRAS (*Musa spp.*) NATIVAS E GENETICAMENTE MODIFICADAS:  
Análise do perfil fitoquímico e atividade antibacteriana**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia do Centro Universitário FAEMA – UNIFAEMA como pré-requisito para obtenção do título de bacharel em Farmácia.

Orientador (a): Prof. Dra. Taline Canto Tristão.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dra. Taline Canto Tristão  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

---

Prof. Ma. Keila de Assis Vitorino  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

---

Prof. Me. Jociel Honorato de Jesus  
Centro Universitário Faema - UNIFAEMA

**ARIQUEMES – RO  
2023**

Dedico este trabalho aos meus pais que nunca mediram esforços para me ajudar e são responsáveis por quem eu me tornei. À minha irmã e aos meus sobrinhos que deixam meus dias mais leves. Aos meus gatos que me fizeram companhia durante toda a escrita deste trabalho e, aos meus amigos que ouviram todas as minhas lamentações achando que não ia dar tempo para entregar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus por todas as oportunidades concedidas em minha trajetória de vida, por ter iluminado meu caminho e me mantido forte para não desistir mesmo com as dificuldades.

Aos meus pais, José Alves de Oliveira e Sirlete dos Santos, por sempre me darem suporte e me apoiarem em todas as minhas ideias, planos e metas. Que me educaram para ser uma pessoa íntegra, que me amaram incondicionalmente, independente de minhas falhas como filha, amo vocês.

À minha irmã, Tatiane dos Santos de Oliveira, que sempre foi meu suporte emocional, que ouviu todos os meus lamentos, que me aconselhou e me acalmou nos momentos de tristeza. Que tornou meus dias mais alegres, quando eu me encontrava perdida. Aos meus sobrinhos, Thauany Santos Silva e João Lucas Santos Silva, que me proporcionaram a alegria de poder experimentar o amor puro de uma criança, mesmo eu estando longe e perdendo o crescimento de vocês, e por terem me proporcionado a benção de, nessa vida, ser tia de vocês.

Aos meus primos, Miquele e Albert, que me ajudaram desde o início, a conseguir a bolsa ProUni, sem a ajuda de vocês eu não teria conseguido, e que também não me deixaram sozinha nessa cidade, sempre me fizeram companhia, serei eternamente grata.

Aos meus gatos, Poke e Periquito, que foram meu apoio nesses cinco anos, que ouviram meus choros às madrugadas com saudade de casa, que ficaram ao meu lado a todo momento nas crises de ansiedade, e quando eu estava doente. Que compartilharam comigo todos os momentos de felicidade, tristeza e conquistas. Nos perrengues, eram apenas nós três, e a vida de vocês dependia do quão bem eu estava, o ronronar de vocês me deu forças para continuar.

Às minhas amigas, Cleide Alves, Jadicleia Gouvea e Letícia Lachovski, que me acompanharam nesses anos, compartilharam comigo meu desespero para a finalização desse projeto e me incentivaram a não desistir. Ao meu amigo, João Paulo, que compartilha o mesmo sonho profissional, que mesmo com as desavenças sempre me puxou de volta ao trilho quando me perdia do meu objetivo, meu eterno parceiro de ciência.

Aos meus professores, Jociel Honorato, Keila Vitorino, Jucélia Nunes e Vera Geron, que passaram seus conhecimentos, não só teóricos, mas ensinamentos de

vida. Ao professor Paulo Cilas, que me inspirou na vida científica e a trilhar a carreira acadêmica.

Agradeço, especialmente, à minha orientadora Dra. Taline Canto Tristão, por embarcar comigo nessa ideia, e me transmitir seus conhecimentos, por me dar suporte nos meus projetos, por ter tido paciência em me explicar os testes que não entendia, por ter buscado parcerias para que este trabalho fosse o mais completo possível, por ter segurado minha mão nessa reta final, e me lembrado do quão capaz eu sou, você é um exemplo como professora.

Aos pesquisadores da EMBRAPA, na pessoa do Dr. José Nilton Medeiros Costa que disponibilizou as amostras de botões florais geneticamente modificados, e ao senhor Édson Aparecido de Paula, que doou os botões da bananeira nativa. Aos técnicos do laboratório do Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, Everson, Samuel e Cleiton, que me ajudaram no processo laboratorial, e que deixaram o clima mais leve quando tudo dava errado.

Enfim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização de mais um sonho.

Por fim, me sinto grata por ter tido determinação e força de vontade em fazer pesquisa e não desistir em meio a tantas adversidades encontradas ao longo do caminho.

*“De todos os números reais, o zero é o meu favorito. Você tem a natureza desse número. Geralmente o zero é usado para dizer que não há nada, mas, na verdade ele tem poder absoluto. Ele neutraliza um número, ou faz ele perder valor. O que faz o dinheiro ter valor não é o número da frente, mas, os zeros que vem depois. Um número preso no símbolo de raiz quadrada só escapa em dois momentos, ou tem uma raiz quadrada ou então, quando encontra o zero à sua frente!”*

(O Rei Eterno de Kim Eun Sook)

## RESUMO

A descoberta dos antibióticos para tratar doenças infecciosas foi um marco memorável para a pesquisa e saúde mundial. Contudo, o uso indiscriminado desses medicamentos, gerou um agravamento em relação à resistência bacteriana, propiciando uma enorme preocupação global para a medicina contemporânea sobre doenças e mortalidade. A bananeira (*Musa spp.*) possui uma ampla variedade de metabólitos secundários, que tem sido estudado como potencial tratamento para diversas patologias. O botão floral da bananeira, é um subproduto que geralmente é descartado após a colheita dos frutos, essa parte da planta possui diversos compostos que apresentam atividade antibacteriana. Desse modo, essa pesquisa objetivou analisar o perfil fitoquímico e atividade antibacteriana do extrato hidroalcoólico de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*) geneticamente modificadas e nativa, utilizando a metodologia de maceração a frio com metanol a 70% de flores e brácteas, e identificação qualitativa de metabólitos secundários, inibição de crescimento bacteriano por difusão em ágar pelo método de poços e identificação de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) pelo teste de diluição em caldo. Os resultados foram promissores, apresentando a presença dos metabólitos: flavonoides, terpenoides, taninos, taninos hidrolisáveis e alcalóides. Os testes de difusão em ágar por método de poços apresentaram a inibição com halos variantes de 2 mm a 7 mm em espécies de *A. baumannii*, *E. coli* e *S. hominis*. Enquanto os testes de CIM e CBM apresentaram valores de 180 µL/ mL e  $\geq 200$  µL/ mL respectivamente para a maioria das espécies de bactérias testadas. Esses dados revelam-se promissores devido ao fato de ser o primeiro estudo envolvendo diversas espécies de bananeiras geneticamente modificadas com potencial atividade antibacteriana sobre espécies de *A. baumannii* e *S. hominis*.

**Palavras-chave:** Atividade antibacteriana; botões florais de bananeira; *Musa spp.*; híbridos; atividade biológica.

## ABSTRACT

The discovery of antibiotics to treat infectious diseases was a memorable milestone for global health and research. However, the indiscriminate use of these medications has led to a worsening of bacterial resistance, creating enormous global concern for contemporary medicine regarding diseases and mortality. The banana plant (*Musa* spp.) has a wide variety of secondary metabolites, which have been studied as a potential treatment for various pathologies. The banana flower bud is a by-product that is generally discarded after harvesting the fruits. This part of the plant has several compounds that have antibacterial activity. Therefore, this research aimed to analyze the phytochemical profile and antibacterial activity of the hydroalcoholic extract of floral buds of genetically modified and native banana trees (*Musa* spp.), using the methodology of cold maceration with 70% methanol of flowers and bracts, and identification qualitative analysis of secondary metabolites, inhibition of bacterial growth by agar diffusion using the well method and identification of Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) by the broth dilution test. The results were promising, showing the presence of metabolites: flavonoids, terpenoids, tannins, hydrolysable tannins and alkaloids. Agar diffusion tests using the well method showed inhibition with variant halos from 2 mm to 7 mm in species of *A. baumannii*, *E. coli* and *S. hominis*. While the MIC and MBC tests presented values of 180  $\mu\text{L}/\text{mL}$  and  $\geq 200 \mu\text{L}/\text{mL}$  respectively for the majority of bacterial species tested. These data are promising due to the fact that it is the first study involving several genetically modified banana species with potential antibacterial activity against species of *A. baumannii* and *S. hominis*.

**Keywords:** Antibacterial activity; banana flower buds; *Musa* spp; hybrids; biological activity.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Ilustrações da morfologia da planta.....	22
<b>Figura 2</b> - Inflorescência de <i>M. paradisíaca</i> L.....	23
<b>Figura 3</b> - Amostras durante o processamento de secagem e preparação .....	30
<b>Figura 4</b> - Processo de pesagem, maceração e filtragem .....	31
<b>Figura 5</b> - Medida de absorvância no espectrofotômetro .....	34
<b>Figura 6</b> - Método de difusão em ágar por perfuração em poços .....	35
<b>Figura 9</b> - Esquema da Concentração Mínima Inibitória.....	36
<b>Figura 10</b> – Extrato se difundindo ao meio .....	40
<b>Figura 11</b> - Zonas de inibição de crescimento por difusão em ágar pelo método de poços.....	42

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Atividade biológica de diversas partes da bananeira .....	24
<b>Quadro 2</b> - Identificação de metabólitos secundários .....	38
<b>Quadro 3</b> - Ação Antibacteriana do extrato hidroalcolico de flores e brácteas de diversas espécies de botões florais de bananeira .....	40
<b>Quadro 4</b> - Resultado dos testes de CIM e CBM.....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a. C	Antes de Cristo
ATP	Adenosina Trifosfato
BHI	Brain Heart Infusion
CBM	Concentração Bactericida Mínima
CFU	Unidades Formadoras de Colônia
CIM	Concentração Inibitória Mínima
d. C	Depois de Cristo
DNA	Ácido desoxirribonucleico
EMATER	Extensão Rural do Estado de Rondônia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GCAPS	Grupo de Estudos em Controle de Qualidade e Atividade Biológica de Plantas Medicinais e Substâncias Bioativas
GLASS	Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System
MRSA	Staphylococcus aureus multirresistentes
NADH	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCA	Agar Plate Count
RO	Rondônia
UNIFAEMA	Centro Universitário Faema
UTIs	Unidade de Terapia Intensiva

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	Graus Celsius
%	Por cento
g	Grama
mg	Miligrama
mm	Milímetro
mL	Mililitro
nm	Nanômetro
µL	Microlitro
≥	Maior ou igual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	18
1.2 OBJETIVOS .....	19
1.2.1 Objetivo Geral .....	19
1.2.2 Objetivos Específicos .....	19
1.2.3 Hipótese .....	19
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
2.1 BANANEIRA ( <i>Musa spp.</i> ) .....	20
2.1.1 Origem, Classificação Taxonômica, Distribuição Geográfica e População de Estudo .....	20
2.1.2 Propriedades Nutricionais .....	22
2.1.3 Atividades Biológicas Comprovadas .....	23
2.2 MICRORGANISMOS PATOLÓGICOS .....	25
2.2.1 Bactérias gram-positivas e gram-negativas .....	25
2.2.2 Resistência microbiana .....	26
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	<b>29</b>
3.1 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS.....	29
3.1.1 Local da Realização das Análises .....	29
3.1.2 Obtenção da Amostra Vegetal .....	29
3.1.3 Obtenção dos Microrganismos .....	29
3.2 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS .....	30
3.2.1 Preparação da Amostra Vegetal .....	30
3.2.2 Preparação do Extrato Hidroalcólico .....	30
3.3 ENSAIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS .....	31
3.3.1 Teste para Identificação de Flavonoides .....	32
3.3.2 Teste para Identificação de Terpenoides/Esteroides .....	32
3.3.3 Teste para Identificação de Alcaloides ( <i>Dragendorff</i> ) .....	32
3.3.4 Teste para Identificação de Taninos .....	32
3.4 TESTES MICROBIOLÓGICOS.....	33
3.4.1 Preparação de Inóculos Microbianos .....	33
3.4.2 Difusão em Ágar – Método Poços .....	34
3.4.3 Prova de Sensibilidade por Diluição em Caldo .....	35
3.5 DAS ANÁLISES DOS DADOS.....	36

<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA.....</b>	<b>37</b>
4.1 ENSAIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS .....	37
4.2 DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS .....	39
4.3 PROVA DE SENSIBILIDADE POR DILUIÇÃO EM CALDO .....	44
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS I – RELATÓRIO DE PLÁGIO .....</b>	<b>54</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A descoberta dos antibióticos para tratar doenças infecciosas foi um marco memorável para a pesquisa e saúde mundial (GHOSH *et al.*, 2020; MONDEMÉ *et al.*, 2023). Contudo, o uso indiscriminado desses medicamentos, gerou um agravamento em relação à resistência bacteriana, propiciando uma enorme preocupação global para a medicina contemporânea sobre doenças e mortalidade (WACLAW, 2016; ANDERSSON; HUGHES, 2017; TAEBNIA; RÖMLING; LAUSCHKE, 2023).

As altas taxas de resistência microbiana, é um assunto que causa alarde mundial. As infecções bacterianas comuns estão cada vez mais resistentes às opções de tratamentos disponíveis (GLASS, 2022). Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2022 mais de 50% das infecções bacterianas fatais estavam se tornando resistentes aos tratamentos. Dentre essas infecções, destacam-se as infecções na corrente sanguínea em ambiente hospitalar, causadas por cepas de *Kebsiella pneumoniae* e *Acinetobacter spp.*, essas infecções requerem tratamentos com carbapenêmicos, medicamentos de última escolha em tratamentos microbianos. Ainda de acordo com os dados obtidos pela OMS, cerca de 8% das infecções causadas por *Klebsiella pneumoniae* apresentaram resistência aos carbapenêmicos e 20% dos casos de infecções por *Escherichia coli*, patógeno comum em infecções urinárias, também apresentaram resistência aos tratamentos.

Devido à escassez de descoberta de novos tratamentos alopáticos sintéticos ou semissintéticos, as plantas medicinais estão sendo cada vez mais estudadas como potenciais alvos para tratamentos de infecções resistentes, pois apresentam novidades químicas em comparação aos produtos sintéticos, possuindo estruturas complexas bi e tridimensionais (KATIYAR *et al.*, 2012; CALIXTO, 2019). Os antibióticos a base de plantas, possuem a capacidade inata de eliminar uma ampla gama de microrganismos, isso se dá pela defesa fitoquímica das plantas presente em seus metabólitos secundários como: alcaloides, fenóis, cumarinas e terpenos (ÁLVAREZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2021; KOPEL; MCDONALD; HAMOOD, 2022).

Paralelo a isso, a bananeira (*Musa spp.*), possui uma composição fitoquímica diversificada que contém, por exemplo taninos condensados e hidrolisáveis, flavonoides, saponinas e catequinas (DA SILVA *et al.*, 2022). Isso sugere que extratos obtidos a partir desta planta, podem ser uma alternativa sustentável e econômica para o tratamento de bactérias resistentes a antibióticos.

Nesse contexto, esta pesquisa objetivou analisar o perfil fitoquímico e atividade antibacteriana do extrato hidroalcolico de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*) nativas e modificadas geneticamente.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A resistência antimicrobiana é um fenômeno preocupante que emergiu ao longo dos anos, devido à escassez de novos tratamentos no mercado. O uso indevido, tanto na medicina quanto na agricultura são apontados como os principais propagadores de patógenos resistentes a medicamentos, essa propagação coloca em risco os ganhos obtidos pela medicina moderna.

A busca por novos medicamentos de origem sintética, semissintética e natural tem sido estudadas pela comunidade científica. As plantas, tem sido alvo de pesquisas devido a sua capacidade inata de adaptação e resistência a patógenos e condições climáticas desfavoráveis. Acredita-se que essas adaptações são possíveis devido as suas composições químicas. Os metabólitos secundários das plantas são, sem dúvidas, promissores para o desenvolvimento de substâncias bioativas capazes de minimizar os problemas relacionados as resistências antimicrobianas.

Nessa perspectiva, a bananeira (*Musa spp.*), uma planta de clima tropical e de fácil adaptação foi escolhida como objeto de estudo, mais especificamente, o botão floral, por ser a parte reprodutiva, acredita-se que a quantidade de substâncias potencialmente ativas seja satisfatória. Em vista disso, a pesquisa buscou identificar qualitativamente a composição fitoquímica de extratos hidroalcolico de flores e brácteas de bananeiras geneticamente modificadas e nativas, visando avaliar sua atividade antibacteriana sobre espécies de bactérias Gram negativas *Acinetobacter baumannii* e *Escherichia coli*, e Gram positiva *Staphylococcus hominis*.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o perfil fitoquímico e atividade antibacteriana do extrato hidroalcolóico de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*) nativas e modificadas geneticamente.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a extração de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*) pelo método de maceração a frio;
- Determinar o perfil fitoquímicos dos extratos de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*) silvestres e modificadas;
- Identificar a atividade antibacteriana de extratos da *Musa spp.*;
- Determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM), Concentração Bactericida Mínima (CBM) sobre os microrganismos com crescimento inibido.

### 1.2.3 Hipótese

- Acredita-se que devido às modificações ocorridas na obtenção das variedades modificadas geneticamente, exista diferença na presença e concentração de metabólitos secundários entre as variedades estudadas;
- Espera-se encontrar diferenças no perfil fitoquímico e de atividade biológica quando comparadas flores e brácteas da mesma variedade. As partes anatômicas de uma planta possuem funções diferentes em relação à manutenção do organismo e da perpetuação na espécie e, em resposta ao ambiente que está inserida, influenciando na existência de padrões diferentes de produção dos metabólitos secundários;
- Em relação à rica e biologicamente importante constituição da bananeira, espera-se encontrar diversificadas atividades biológicas, como a atividade antibacteriana, dos extratos hidroalcolóicos das flores e brácteas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 BANANEIRA (*Musa spp.*)

#### 2.1.1 Origem, Classificação Taxonômica, Distribuição Geográfica e População de Estudo

A *Musa spp* é uma planta originária, provavelmente, do sudoeste da Ásia, embora alguns autores não admitam com exatidão sua origem, afirmando que existam centros secundários de advento da planta na África Oriental e ilhas do Pacífico. Estudiosos apontam que a banana pode ter sido um dos primeiros alimentos a serem cultivados pelo homem. Há registros de seu cultivo na Índia por volta de 600 a.C., e sua introdução na Europa ocorreu em meados do século X d.C., difundindo-se como um dos ingredientes principais das sobremesas no período do império Bizantino (DIAS; BARRETO, 2011; PAREEK, 2016).

Pertencente à família *Musaceae*, o gênero *Musa* possui mais de 50 espécies, em que algumas espécies possuem diversas subespécies. Taxonomicamente, o gênero se divide em cinco secções: *Callimusa* e *Rhodohlamys*, que são utilizadas em ornamentações. A secção *Ingentimusa*, apresenta apenas uma espécie (*Musa ingens*). A espécie de banana comestível (*Musa maclayi*) e a cultivada para produção de fibras (*Musa textilis*), são pertencentes a secção *Australimusa*. A secção mais importante do gênero *Musa* é a secção *Eumusa* que abriga a maioria dos cultivares de banana, contendo dez espécies: *Musa acuminata*, *Musa balbisiana*, *Musa basjoo*, *Musa cheesmani*, *Musa flaviflora*, *Musa halabanensis*, *Musa itinerans*, *Musa nagensium*, *Musa schizocarpa* e *Musa sikkimensis* (APARECIDA; DIAS; SOUZA, 2002; RIBEIRO, 2010).

Por outro lado, estudos genéticos apontam que as espécies *Musa paradisíaca*, *Musa sapientum*, *Musa corniculata* e *Musa cavendishi* são híbridos e não espécies de acordo com o senso biológico, uma vez que o gênero *Musa* é classificado de acordo com o número de cromossomos, dividindo-se em dois grupos: 10 cromossomos e 11 cromossomos.

Historicamente, acredita-se que formas diplóides comestíveis de *Musa acuminata* (genoma A) foi a pioneira para a variedade de espécies que se tem hoje, ainda de acordo com pesquisadores, o cruzamento entre *M. acuminata* com outra

espécie *Musa balbisiana* (genoma B) deu origem aos híbridos, originando grupos comestíveis diplóides (AA, AB e BB) e triplóides (AAA, AAB e ABB). Ainda é discutido a participação de uma terceira espécie silvestre, que contribuiu para o surgimento de um grupo de híbridos triploides, sendo mais aceito a teoria da intervenção humana nesse surgimento, ainda nesse limiar, existe de forma rara a tetraploidia (AAAA, AAAB, AABB e ABBB). Nesse sentido, a nomenclatura correta das bananas torna-se extremamente difícil (SIMMONDS; SHEPHERD, 1955; MARTINS *et al.*, 2005; CASTRO; KLUGE; SESTARI, 2008; SANTOS, 2012).

A banana é a fruta fresca mais consumida no Brasil e está dentre as mais consumidas no mundo. É uma planta monocotiledônea típica de regiões tropicais úmidas, exige calor constante com temperatura variante entre 15°C e 35°C, umidade relativa do ar elevada, sendo acima de 80% e boa distribuição de chuvas ao longo do ano, em torno de 100 -180 mm/mês e acima de 1.200 mm/ano de precipitações pluviais. É considerada uma herbácea completa, pois possui raízes, caule, folhas, flores, frutos e sementes (figura 1). A fruta possui peso entre 100 g e 200 g e a planta pode atingir 50 cm à 8 metros (MENEZES; GALVÃO, 2004; NOMURA *et al.*, 2020).

Devido ao grande consumo, e a pré-disposição a ataques de microrganismos, as bananeiras estão sendo alvos de modificações genéticas em laboratório para aumentar a produção, mantendo as características sensoriais naturais e tornando essas plantas mais resistentes aos patógenos que prejudicam o desempenho da planta. No Brasil, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, vem desenvolvendo novos híbridos tetraplóides superiores a partir de triplóides tradicionais que são resistentes aos principais patógenos acometedores dos cultivares: Sigatoka negra – da - bananeira, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet; Sigatoka Amarela causada pelo fungo *Mycosphaerella musicola* e a Fusariose – da - bananeira causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f.sp. cubense* (NOMURA *et al.*, 2020).

Nesse estudo foram utilizados botões florais de nove variedades de híbridos desenvolvidos pela EMBRAPA, sendo elas: BRS pacoua, BRS Vitória, FHIA 17, FHIA 18, Galil 18, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa e Thap Maeo, e uma espécie de banana nativa: Maçã comum.

A Maioria dos botões híbridos utilizados são de híbridos tetraploides (AAAB) desenvolvidos no Brasil e fora do país, como os exemplares de FHIA 17 (AAAA) e FHIA 18 (AAAB) desenvolvidas pela *Fundación Hondureña de Investigación*, a quem a Sigla homenageia. Sendo em grande escala resistentes a nematoides e fungos

causadores de doenças, esses híbridos, permitem a diminuição do uso de fungicidas nas plantações, melhorando a qualidade dos produtos no que se diz respeito ao uso de produtos químicos nos cultivares.

**Figura 1-** Ilustrações da morfologia da planta



Fonte: (NOMURA *et al.*, 2020).

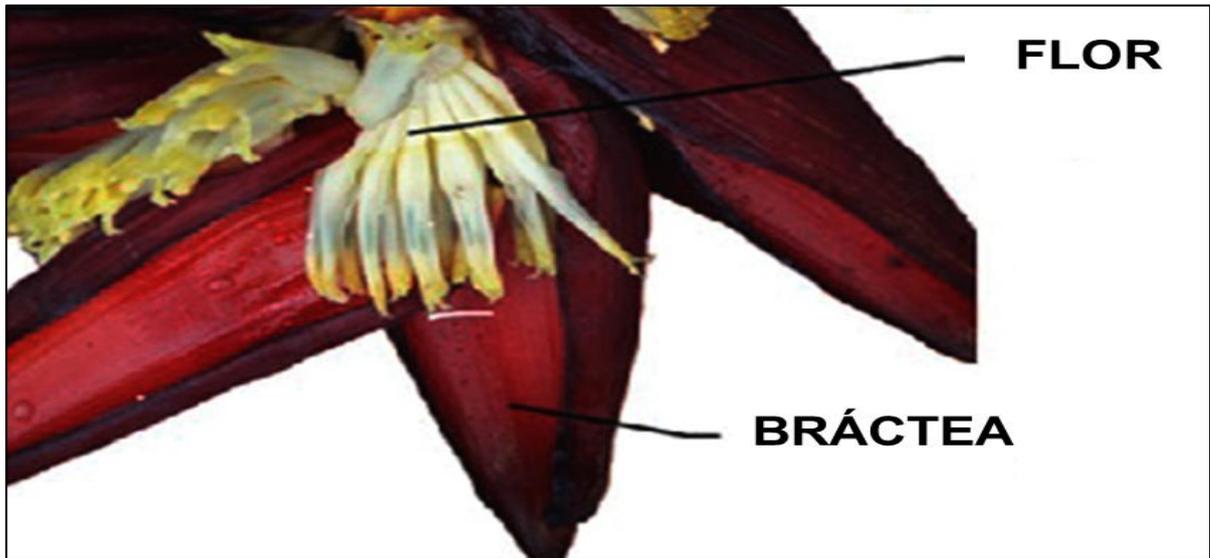
### 2.1.2 Propriedades Nutricionais

Por ser uma fruta amplamente cultivada e consumida em regiões tropicais e subtropicais, os cultivares de banana geram grandes quantidades de subprodutos, incluindo os resíduos da fruta, pseudocaulos, caules, folhas e inflorescências (ZOU *et al.*, 2022). No entanto, o que pouco se sabe são das propriedades alimentícias desses subprodutos.

O uso dos subprodutos da bananeira vem sendo amplamente estudados como suplementação de nutrientes. A casca da banana possui vários compostos bioativos com várias funcionalidades, podendo ser citados: ácidos graxos, aminoácidos, fibras dietéticas e diversas vitaminas (A, B6, C e D) (MOHD ZAINI *et al.*, 2022; SANTOS; GOMES; GONDIM, 2022). Outro subproduto, que está ganhando espaço nas pesquisas nutricionais, é a inflorescência da planta (figura 2). As flores da banana são

ricas em vitamina E, terpenos e flavonoides, e podem ser consumidas em refogados, ensopados ou desidratadas na forma de farinha (NOGUEIRA *et al.*, 2022; VILELA; OLIVEIRA, 2022).

**Figura 2** - Inflorescência de *M. paradisíaca* L.



Fonte: Adaptado (ROSA *et al.*, 2020).

### 2.1.3 Atividades Biológicas Comprovadas

A *Musa sp.* tem sido amplamente estudada como potencial atividade antimicrobiana devido a ampla variedade de metabólitos secundários encontrados em diversas partes da planta. Estudos envolvendo diferentes métodos de extração de diferentes espécies de *Musa sp.* mostraram atividade inibitória contra cepas de *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus* (JAWLA; KUMAR; KHAN, 2012; KARUPPIAH; MUSTAFFA, 2013; SITTHIYA *et al.*, 2018; JOUNEGHANI *et al.*, 2020; SIVASAMUGHAM; NIMALAN; SUBRAMANIAM, 2021)

Além disso, estudos realizados por Karuppiyah; Mustaffa (2013), demonstraram que extratos das folhas das espécies de *Musa paradisíaca* e *Musa acuminata* apresentaram atividade antibacteriana eficiente contra patógenos causadores de infecções nosocomiais multirresistentes.

Por outro lado, Ajjolakewu *et al.* (2021), sugere que extratos da casca e do caule da banana, em concentrações adequadas, podem ser utilizados para a preservação de alimentos, devido a sua atividade, prevenindo o crescimento de

fungos e bactérias e por consequência inibindo a deterioração dos alimentos causados por esses agentes.

Os compostos antimicrobianos e sua ação dependem da parte da bananeira que será utilizada, Mostafa (2021), fez um levantamento da atividade biológica de diversas partes da planta (quadro 1), confirmando que algumas partes apresentam atividades mais diversificadas que outras.

**Quadro 1-** Atividade biológica de diversas partes da bananeira

PARTE DA PLANTA	AÇÃO ANTIBACTERIANA	AÇÃO ANTIFUNGICA	AÇÃO ANTIMICROBIANA
ÓLEO		X	X
FRUTA	X		
CASCA	X	X	X
PSEUDO - CAULE	X	X	X
FLOR			X

Fonte: Adaptado de (MOSTAFA, 2021).

Anupama Yadav (2021), afirma que existe uma grande variedade de fitoquímicos em diversas seções de *Musa spp.*, dentre esses compostos foram identificados saponinas, terpenóides, esteroides, antocianinas, ácidos graxos, taninos, fenóis e alcaloides. Ainda de acordo com o autor, a quantidade de compostos fitoquímicos é dependente da técnica de extração utilizada e das seções da planta utilizada, incluindo fruto, casca, flor, folha, pseudocaule e rizoma.

Análises fitoquímicas realizadas com plantas com potencial antimicrobiano, mostram que grupos ativos como flavonoides, quinonas, lignanas, estilbenos, taninos, alcaloides, terpenos, polifenóis e cumarinas possuem atividades antibacterianas. Os compostos fenólicos, atuam causando danos à membrana citoplasmática bacteriana, inibindo as enzimas topoisomerase, NADH-redutase e a ATP sintase. Os taninos induzem a danos na membrana e inativação do metabolismo bacteriano. Por conseguinte, os flavonoides, promovem a formação de proteínas solúveis complexas extracelulares e inibem as proteínas da parede celular, consequentemente alteram o metabolismo e a síntese de DNA da bactéria. Esses mecanismos de ação, permitem que esses metabólitos possam ser alvos de estudo como potenciais medicamentos antimicrobianos (BARBIERI *et al.*, 2017; KEITA; DARKOH; OKAFOR, 2022; KHAMENEH *et al.*, 2019; REMPE *et al.*, 2017; SAVOIA, 2012; SRIVASTAVA *et al.*, 2014).

## 2.2 MICRORGANISMOS PATOLÓGICOS

### 2.2.1 Bactérias gram-positivas e gram-negativas

As bactérias são organismos simples, unicelulares, e tem por característica a dispersão do material genético no citoplasma. Esses organismos são separados em categorias fenotípicas, as mais comuns são: Gram-positivas e Gram-negativas (PAIXÃO; *et al.*, 2015). Elas ainda podem ser classificadas em Bacilos (formato de bastonetes), cocos (formatos esféricos) e espiroquetas (forma de espirais ou hélices) (PIMENTEL; RODRIGUES; PRETO, 2015).

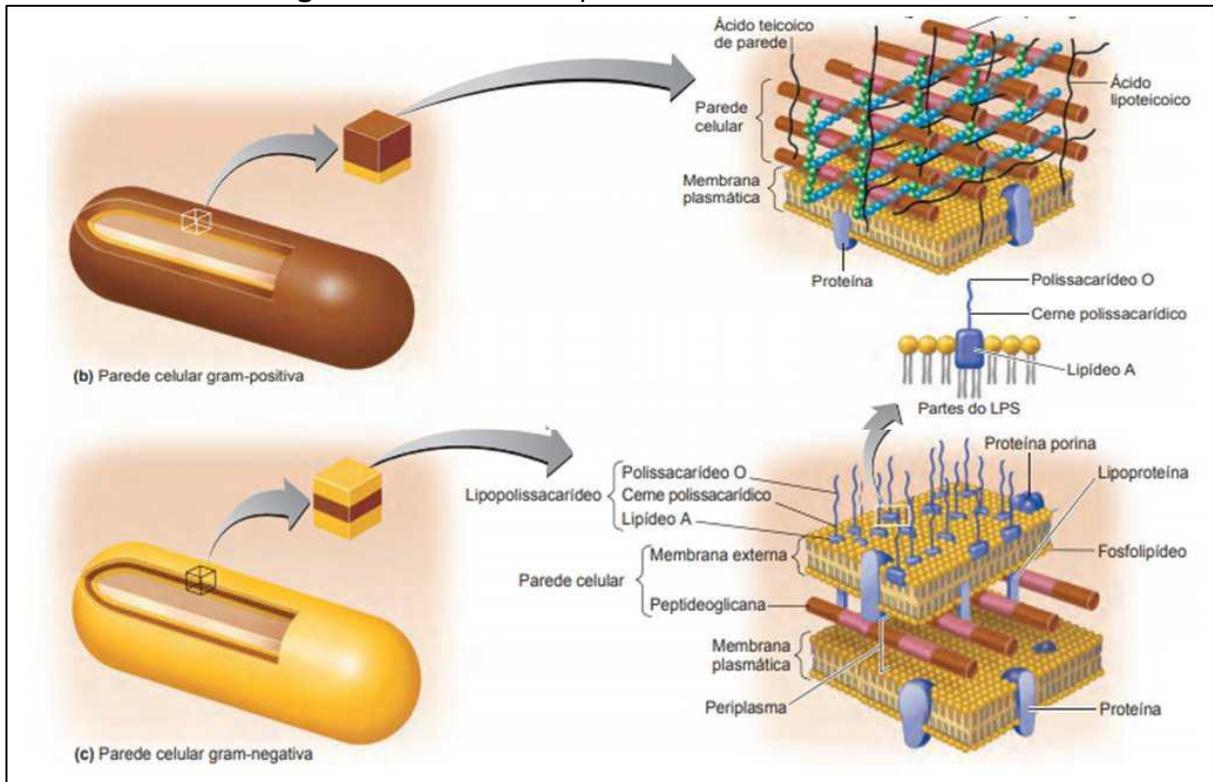
As bactérias são classificadas em Gram-positiva e Gram-negativa, devida a coloração obtidas após passaram por um processo de coloração denominado “Coloração de Gram”. As cores são diferentes devido a composição de suas paredes celulares (azul para Gram-positivo e vermelho para Gram-negativo). As bactérias Gram-positivas possuem uma única camada de peptidoglicano, que serve como uma barreira de permeabilidade fraca, permitindo que sua parede celular seja corada com todos os corantes, enquanto as bactérias Gram-negativas possuem duas camadas de lipopolissacarídeo, o que a torna altamente impermeável a produtos lipofílicos, por isso a cor rosa, na qual é corada apenas com um corante (figura 3) (MOSTAFA, 2021).

Esses microrganismos, apesar de seu tamanho micro, são causadores de diversas doenças que vem crescendo gradativamente com o passar dos anos. Os principais causadores de infecções são *Staphylococcus aureus* em infecções nosocomiais, *Bacillus subtilis* presente na maior parte de infecções alimentares, *Pseudomonas aeruginosa* acometendo o trato urinário e *Escherichia coli*, um microrganismo oportunista, que coloniza o trato digestório, e em caso de disbiose causa diarreia, e ainda, é tida como uma das principais causas de septicemia, associada a uma mortalidade significativa (BHAT *et al.*, 2018; ROYER *et al.*, 2021; SEDARAT; TAYLOR-ROBINSON, 2022).

Um fator importante a destacar sobre as bactérias, é o fator de virulência, que é a capacidade de um patógeno infectar um hospedeiro, desencadeando uma doença. Esses fatores, são moléculas que auxiliam no processo de colonização, tais como toxinas, enzimas, exopolissacarídeos, que auxiliam na fixação das superfícies celulares, invadindo compartimentos intracelulares na tentativa de se camuflar do

sistema imunológico do hospedeiro (SHARMA *et al.*, 2017; LEITÃO, 2020; RAKSHIT *et al.*, 2023).

**Figura 3 - Estrutura da parede celular das bactérias**



Fonte: TORTORA, FUNKE, CASE, 2012.

## 2.2.2 Resistência microbiana

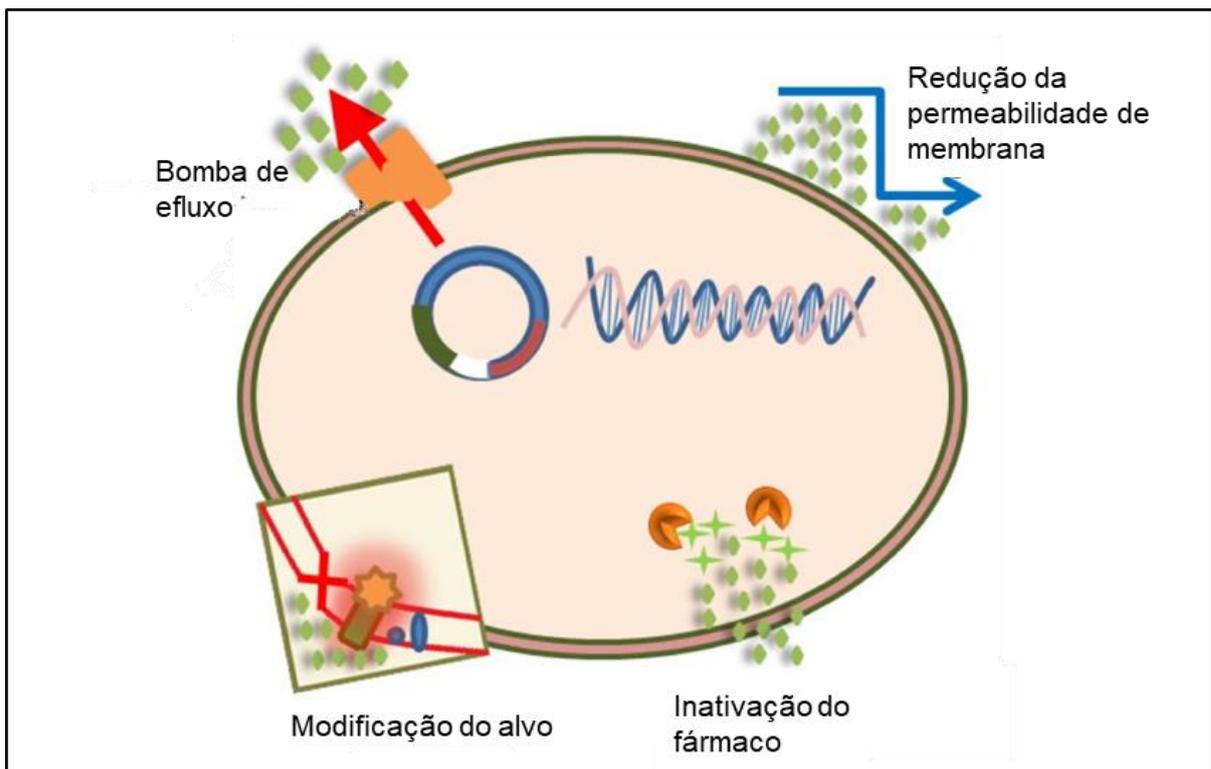
A resistência microbiana é um dos principais problemas que causam alarde mundial. Atualmente, existem uma gama de microrganismos multirresistentes, os mais preocupantes são os resistentes aos carbapenêmicos ou produtoras de beta-lactamases, quinolonas, aminoglicosídeos e polimixinas. Sendo elas as espécies: *Enterobacteria*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* e *Stenotrophomonas maltophilia* (DE OLIVEIRA; WALKER, 2022; LEPE; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, 2022).

Existem vários métodos de adaptações que ocasionam na resistência das bactérias frente aos antibióticos, uma delas são a aquisição de genes de resistências exógenos ou mutações no material genético, transpassados de uma célula mãe para uma célula filha no processo de divisão celular (MOURA DE SOUSA *et al.*, 2017;

DURÃO; BALBONTÍN; GORDO, 2018). Essa herança genética, repassada desencadeia os elevados casos de resistência relatados.

Os níveis de resistência variam de bactéria para bactéria, desse modo, a resistência não é uniforme para qualquer classe de antimicrobiano. A resistência pode ser natural de forma intrínseca (expressa pelo gene sem exposição prévia) ou induzida (expressa após a exposição a um antimicrobiano). Existem quatro categorias que classificam os mecanismos de resistência bacteriana (figura 4): limitação de absorção do fármaco (intrínseca), modificação de alvo, inativação do medicamento e bomba de efluxo (induzida). As bactérias Gram-negativas usam os quatro mecanismos enquanto as Gram positivas raramente limitam a absorção do fármaco, devido as suas características anatômicas (COX; WRIGHT, 2013; MARTINEZ, 2014; C REYGAERT, 2018).

**Figura 4 - Mecanismos de resistência antimicrobiana**



Fonte: C REYGAERT (2018).

A crise gerada por múltiplas resistências tem levado a uma preocupação mundial, colocando-a como uma das 10 maiores ameaças a saúde pública global. Vários são os fatores que acarretam a resistência microbiana, o uso indiscriminado e desnecessário de antibióticos aumenta os casos de resistência bacteriana (QIAO *et*

*al.*, 2018; DOMINGUES *et al.*, 2023). O uso na agricultura e veterinário também tem sido discutido como um dos motivos causadores das grandes taxas de resistência microbiana, devido ao descarte inadequado, contaminando rios e solos disseminando cepas resistentes no meio ambiente (DOMINGUES *et al.*, 2023).

Em ambiente hospitalar, as Unidades de Terapia Intensiva (UTIs), são em grande escala depósitos de microrganismos multirresistentes (RUIZ-RAMOS; GRAS-MARTÍN; RAMÍREZ, 2023). De acordo com De Oliveira; Walker (2022), os níveis de resistência de *A. baumannii* encontrados em UTIs são quatro vezes maiores que os de *K. pneumoniae* e *P. aeruginosa*, o que reflete a grande urgência de novas opções de terapias antibacterianas e complementares.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 PROCEDIMENTOS LABORATORIAIS**

##### **3.1.1 Local da Realização das Análises**

As etapas da pesquisa foram realizadas nos laboratórios do Centro Universitário - UNIFAEMA, em específico o laboratório de química e de microbiologia de alimentos para a realização da obtenção dos extratos e dos testes com as bactérias patogênicas de interesse médico.

##### **3.1.2 Obtenção da Amostra Vegetal**

As amostras de botões florais das bananeiras modificadas geneticamente (BRS Pacoua; BRS Vitória; FHIA 17; FHIA 18; Galil 18; Pacovan Ken; Prata Anã; Princesa e Thap Maeo) foram obtidas por meio de parceria do Grupo de Estudos em Controle de Qualidade e Atividade Biológica de Plantas Medicinais e Substâncias Bioativas – GCAPS, do Centro Universitário FAEMA, com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, localizada no Município de Porto Velho - Rondônia.

As amostras de botões florais da espécie nativa (maçã comum), foram obtidas através de parceria entre o GCAPS com um agricultor residente do município de Buritis -RO, contemplado por um programa da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER – RO), que fornecem mudas de plantas aos agricultores.

##### **3.1.3 Obtenção dos Microrganismos**

As bactérias utilizadas na pesquisa foram adquiridas por meio de parceria entre o GCAPS – UNIFAEMA, com o Laboratório Municipal de Ariquemes – RO.

Foram utilizadas espécies patogênicas das bactérias gram-negativas: *Escherichia coli* e *Acinetobacter baumannii* e da bactéria gram-positiva: *Staphylococcus hominis*.

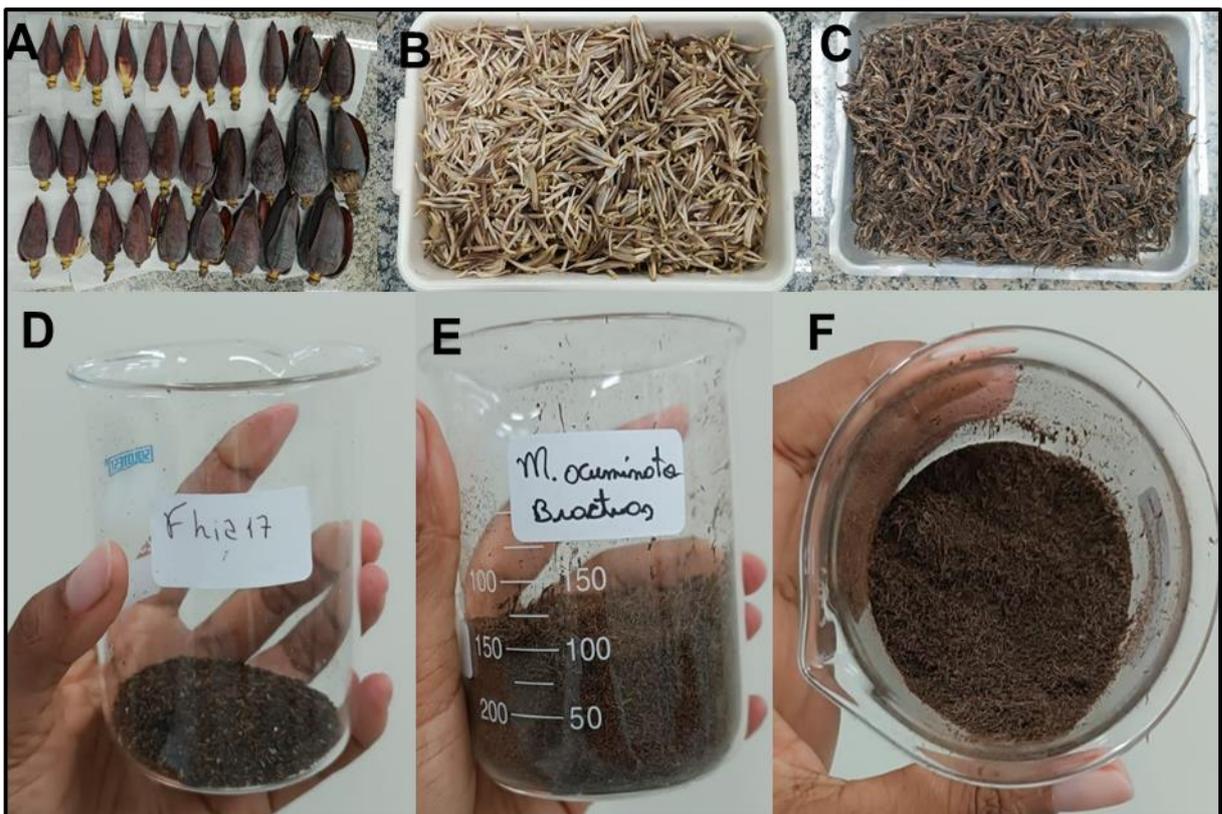
## 3.2 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

### 3.2.1 Preparação da Amostra Vegetal

Foram utilizadas duas inflorescências de cada variedade (figura 5), após o recebimento foram despetaladas (separadas em brácteas e flores), lavadas, secadas e levadas a estufa para completa secagem a uma temperatura de 40 °C, durante cinco dias.

Após completa secagem, as pétalas e as flores foram trituradas separadamente com auxílio de um triturador elétrico, e posteriormente tamizados em modelo número 20, de poros de 0,85 mm, para a padronização das partículas do produto.

**Figura 5** - Amostras durante o processamento de secagem e preparação



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

\*A) botões florais *in natura*; B) Flores lavadas e prontas para secagem em estufa; C) Flores secas prontas para serem trituradas; D) Flores secas, trituradas e tamizadas da Banana FHIA 17; E e F) Brácteas secas, trituradas e tamizadas da Banana Maça Comum.

### 3.2.2 Preparação do Extrato Hidroalcolólico

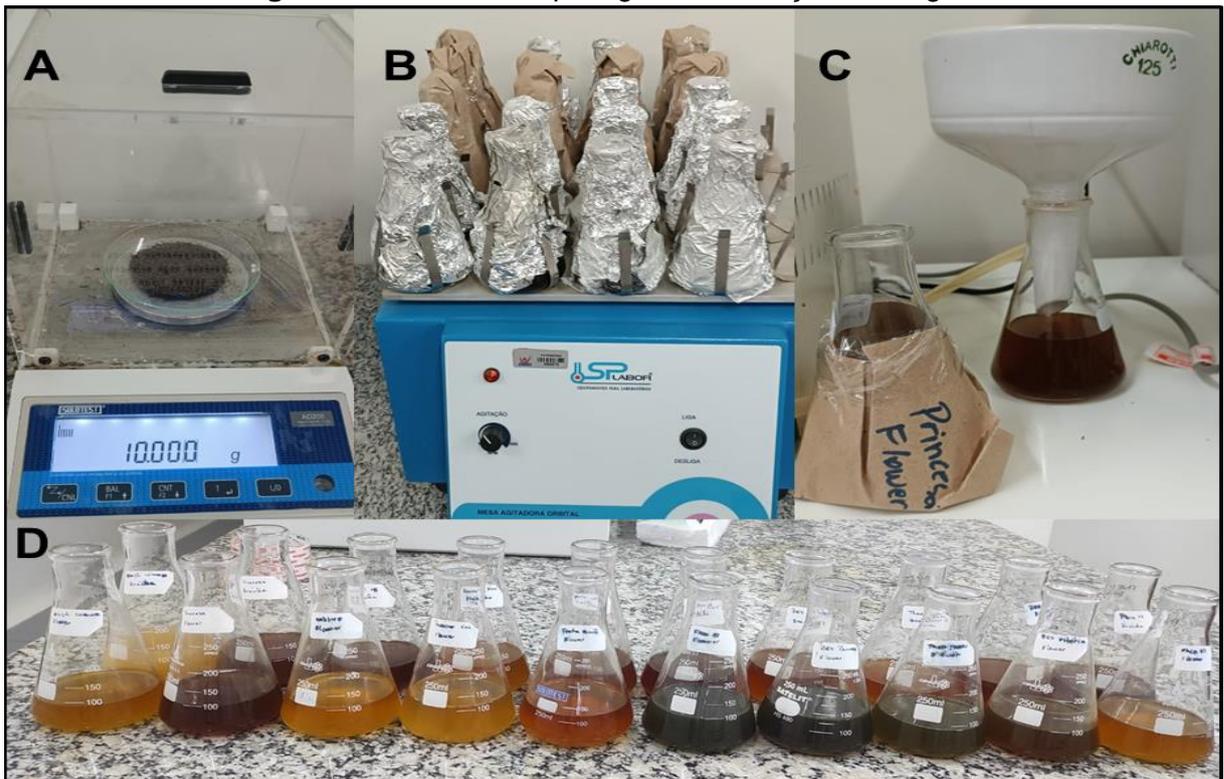
Os extratos hidroalcolólicos 70% foram confeccionados através de adaptações na metodologia utilizada por Chianese *et al.* (2010) e Siddiqui *et al.* (2002). Foram

utilizadas 10g de amostra vegetal (brácteas e flores trituradas), 168 mL de álcool metílico e 72 mL de água destilada.

A amostra vegetal foi transferida para um *Erlenmeyer* de 250 mL, e os solventes adicionados. Posteriormente, recobriu-se os *Erlenmeyers* com papel alumínio para a proteção dos extratos contra a luz (figura 6). As soluções foram homogeneizadas sob agitação constante por um período de 72 horas.

No terceiro dia, realizaram-se as filtrações (filtração a vácuo). As soluções foram secas com sulfato de sódio após a primeira filtração. Posteriormente, foram filtradas novamente e o extrato obtido foi concentrado em um banho maria (a temperatura de 60 °C durante aproximadamente 72 horas sob evaporação constante), o solvente sendo, portanto, removido sob pressão reduzida. As porções finais dos extratos foram armazenadas em frascos âmbar de 30 mL.

**Figura 6** - Processo de pesagem, maceração e filtração



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

\* **A)** Pesagem da amostra; **B)** Maceração por agitação; **C)** Filtração da amostra por filtro à vácuo; **D)** Extratos filtrados prontos para evaporação em banho-maria.

### 3.3 ENSAIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Para a realização dos testes foram utilizadas reações gerais. Foram adicionados 3 mL (equivalente a 1g do material original) de extrato em uma solução

hidroalcóolica a 80%, obtendo, assim, a solução estoque padronizada. Em sequência foram realizados testes para identificação de metabólitos secundários baseados em adaptações das metodologias utilizadas por Matos (2009); Costa (2014) e Barbosa *et al.* (2017).

### **3.3.1 Teste para Identificação de Flavonoides**

Foram adicionados 5 mL de solução estoque em um tubo de ensaio, em seguida foram acrescentadas 20 gotas de acetato de chumbo a 10%. A presença de um precipitado colorido após a adição da solução indica a presença de flavonoides.

### **3.3.2 Teste para Identificação de Terpenoides/Esteroides**

Adicionou-se 5mL da solução estoque em um tubo de ensaio previamente identificado, levou-se ao banho maria para completa evaporação. Em sequência, foram acrescentados 5mL de diclorometano para completa dissolução dos resíduos. A solução foi filtrada, e por fim adicionados 1 mL de anídrico acético e 2 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. O tubo foi então agitado, e a mudança de variações de coloração são indicativos da presença de Terpenoides na amostra.

### **3.3.3 Teste para Identificação de Alcaloides (*Dragendorff*)**

10 mL de solução estoque foram acondicionadas em banho maria até que ocorresse total evaporação. Em seguida, fora adicionado 1 mL de etanol e 2 mL de HCl concentrado. Em dois tubos de ensaio, foram adicionados 1 mL da solução, depois foram adicionadas duas gotas do reagente *Dragendorff*. A presença de precipitação indica a presença de alcaloides.

### **3.3.4 Teste para Identificação de Taninos**

O teste de identificação de taninos ocorreu em quatro etapas. A primeira etapa consistiu na adição de 2 mL de solução estoque combinadas a duas gotas de HCl

diluído e três a cinco gotas de solução de gelatina 2,5% preparada previamente. A formação de precipitado é indicativa de presença de taninos.

A segunda etapa envolveu a adição de 2 mL de solução estoque dissolvida em 10 mL de água destilada em um tubo de ensaio, e em seguida foram acrescentadas duas a quatro gotas de solução de Cloreto Férrico a 1% em metanol, a coloração azul refere-se a presença de taninos hidrolisáveis ou gálicos, já a coloração verde está relacionada com a presença de taninos condensados ou catequicos.

Para a terceira etapa de testes, o intuito é a identificação de taninos hidrolisáveis através da presença de um precipitado branco formado no fundo do tubo de ensaio, ao adicionar 5 mL de solução estoque juntamente com 10 mL de Ácido acético a 10% e 5 mL de solução de acetato de chumbo a 10%.

O quarto e último tubo é utilizado como parâmetro, contendo apenas a solução estoque.

### 3.4 TESTES MICROBIOLÓGICOS

#### 3.4.1 Preparação de Inóculos Microbianos

Para cada microrganismo testado, foi preparado um inóculo na escala 0,5 de *Mac Farland*, equivalente a  $1,5 \times 10^8$  unidades formadoras de colônia (CFU)/mL. Foi transferido cerca de 3 – 4 UFC da cepa isolada em um tubo de ensaio contendo 4 mL de água ultrapura e a absorbância da solução foi medida em espectrofotômetro (figura 7) da marca *Kasvi* modelo K37-UVVIS ajustado a 85% de transmitância e 625 nm em comprimento de onda (valor ideal entre 0,08 – 0,1) (adaptado de CAPELETI, 2019).

**Figura 7 - Medida de absorvância no espectrofotômetro**

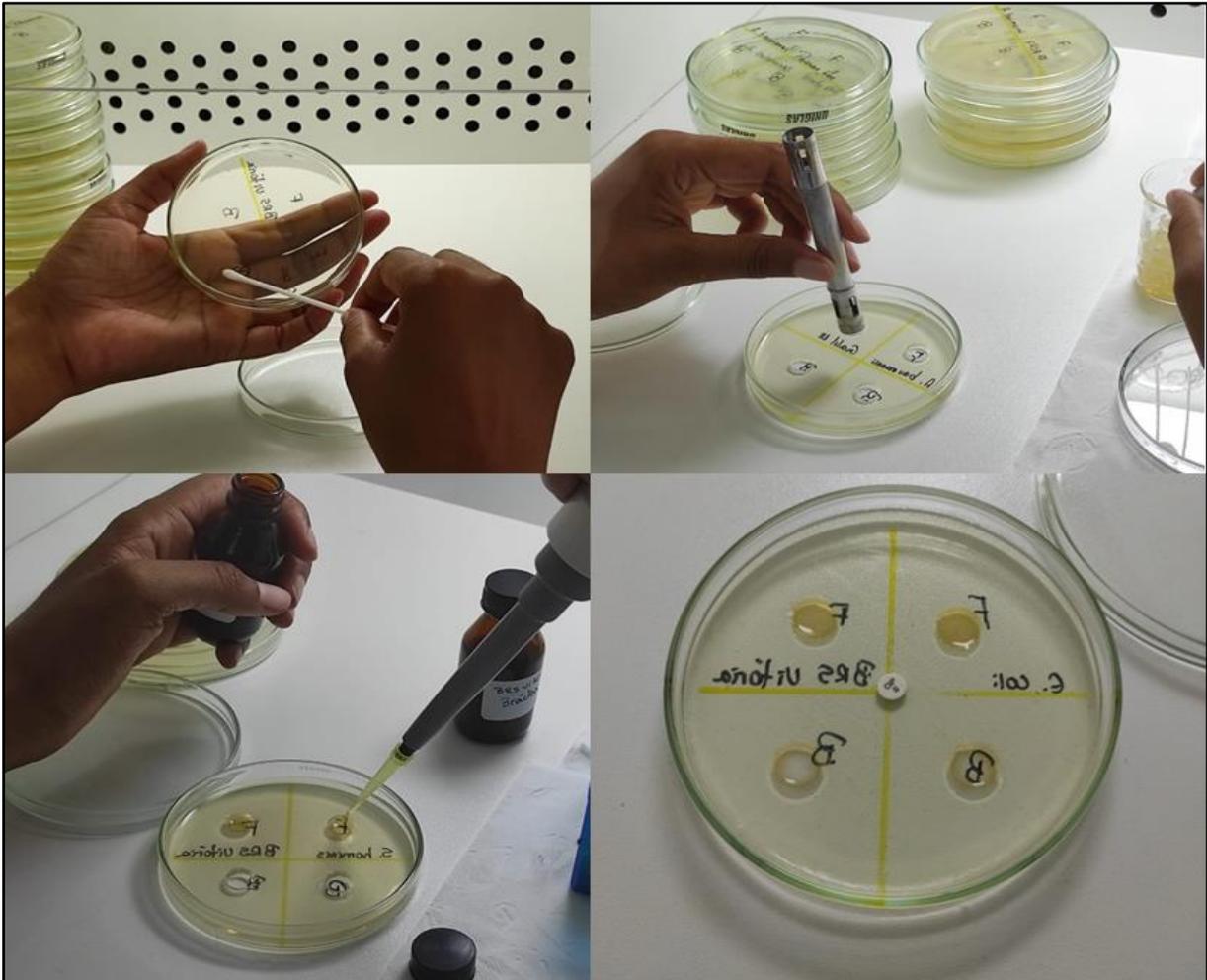
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 3.4.2 Difusão em Ágar – Método Poços

Um *Swab* foi saturado na suspensão preparada de cada microrganismo e espalhado uniformemente sobre a superfície de ágar *Muller Hinton* para bactérias gram-positivas e gram-negativas. Todos os microrganismos foram expostos a 150  $\mu\text{L}$  de extratos da inflorescência da bananeira (brácteas e flores). Os testes foram realizados em duplicata para garantir a confiabilidade dos resultados, totalizando 30 placas (figura 8), adaptado de (CAPELETI, 2019).

Em seguida, foi delimitado em cada placa de Petri quatro poços (dois para flores e dois para brácteas da respectiva espécie), com um furador adaptado, com 0,5 cm de diâmetro cada. As placas foram acondicionadas em estufa, em temperatura média de 36 °C a 37 °C por um período de 24 horas. Após a incubação os halos de inibição bacteriana foram medidos (CAPELETI, 2019).

**Figura 8 - Método de difusão em ágar por perfuração em poços**



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

### 3.4.3 Prova de Sensibilidade por Diluição em Caldo

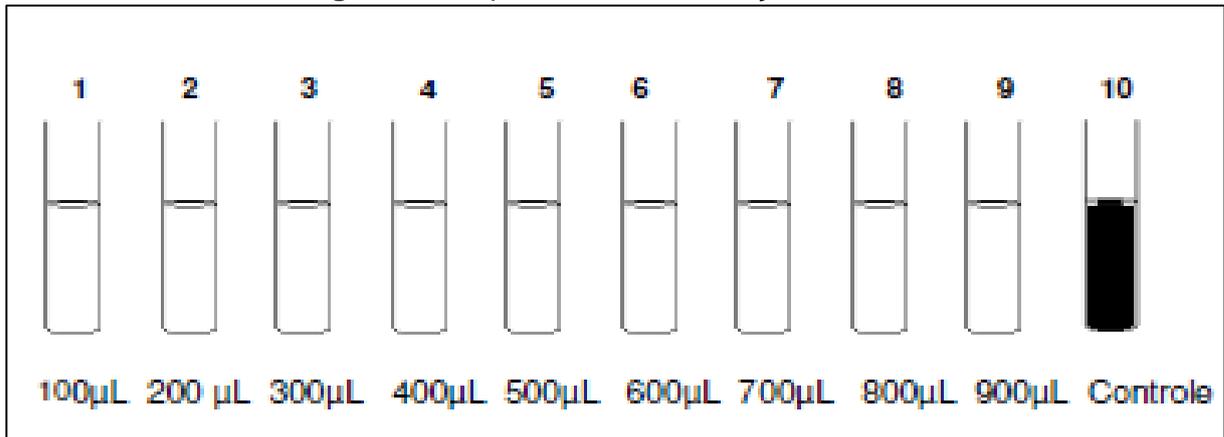
Os extratos que obtiveram halos iguais ou superiores a 4 mm, foram submetidos aos testes para a determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM).

a) Concentração Mínima Inibitória (CIM): Teste que tem por objetivo determinar qual é a concentração mínima de um princípio ativo em mg/mL que inibe o crescimento microbiano. O resultado baseia na queda da turvação ou na sedimentação do crescimento no fundo dos tubos. O primeiro tubo que não apresenta crescimento após o tempo de incubação, é considerado CIM (DZOTAM; TOUANI; KUETE, 2015; CAPELETI, 2019).

Foram identificados 10 tubos de ensaio contendo em cada 5 mL de caldo BHI (*Brain Heart Infusion*), aos quais foram adicionados 150 mL da solução microbiana

previamente descrita no item 3.4.1. Em cada tubo sequencialmente enumerado, foi acrescida uma quantidade de extrato testado, variando de 100 mL no tubo 1 até 900 mL no tubo 9. No tubo 10, foi adicionado apenas microrganismos, para que este torne-se o controle positivo (figura 9) (DZOTAM; TOUANI; KUETE, 2015; CAPELETI, 2019).

**Figura 9 - Esquema da Concentração Mínima Inibitória**



Fonte: Capeleti (2019).

Em seguida os tubos foram acondicionados em estufa por 24 horas em temperatura média de 36 °C a 37 °C, e depois o crescimento foi analisado.

b) Concentração Bactericida Mínima (CBM): Teste com o objetivo de determinar a Concentração Bactericida Mínima, que é a menor concentração de um princípio ativo em mg/mL com capacidade de causar um dano irreversível às células, levando a morte do microrganismo (DZOTAM; TOUANI; KUETE, 2015).

Neste teste, foram utilizados apenas os tubos que não apresentaram turvação visível. Um *Swab* foi saturado com a solução dos tubos e semeado uniformemente sobre placas de Petri contendo meio PCA (*Agar Plate Count*). Os meios foram levados a estufa por 24 horas em temperatura média de 36 °C a 37 °C. Após a incubação observou-se se houve crescimento de colônias. Se não houver crescimento, a placa será correspondente a concentração mínima bactericida (DZOTAM; TOUANI; KUETE, 2015; CAPELETI, 2019).

### 3.5 DAS ANÁLISES DOS DADOS

Os dados foram compilados e analisados com auxílio do programa *Microsoft Excel*. Em que os dados foram tabulados e organizados em quadros.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA

### 4.1 ENSAIOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Conforme os dados agrupados no Quadro 2, todas as partes (flores e brácteas) de bananeiras, sendo elas híbridas: BRS Pacoua; BRS Vitória; FHIA 17; FHIA 18; Galil 18; Pacovan Ken; Prata Anã, Princesa e Thap Maeo, e a Nativa: Maçã Comum, apresentaram teores de flavonoides em sua composição fitoquímica.

Em relação aos Terpenóides/esteróides, a mudança de coloração nos tubos indicou a presença do metabólito em todas as amostras, as cores foram variantes de marrom claro, âmbar, marrom escuro, laranja e vermelho.

O teste para identificação de presença de alcalóides, negativou para todas as amostras de brácteas testadas, e não foram identificadas nas flores das espécies: FHIA 17; Galil 18; Pacovan Ken e Prata Anã.

Para a identificação de Taninos, as espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa, Thap Maeo e Maçã Comum, apresentaram resultados positivos para a presença do metabólito secundário tanto nas flores quanto nas brácteas, enquanto as espécies FHIA 18 e Galil 18 apresentaram apenas nas flores, e na espécie FHIA 17 não foram identificados a presença de taninos em nenhuma parte.

Partindo para as porções de Taninos, em especial Taninos Hidrolisáveis e Condensados, as espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa e Thap Maeo demonstraram a presença de Taninos Hidrolisáveis tanto nas flores, quanto nas brácteas, enquanto no teste de Taninos condensados foi constatado a ausência desse fitoconstituente em todas as amostras. Somente as flores das espécies FHIA 18, Galil 18 e Maçã Comum, positivaram para a presença de Taninos Hidrolisáveis, enquanto para o teste de Taninos Condensados, ambas negativaram. Por fim, a espécie FHIA 17 negativou para ambos os testes.

Diversos métodos de extração foram encontrados na literatura. A polaridade dos solventes afeta a eficiência da extração e a atividade dos extratos pretendidos. Os solventes mais utilizados de acordo com a literatura são: água, metanol, etanol, acetona, soluções aquosas dos solventes orgânicos e acetato de etila. Além do mais, outro fator que pode influenciar nos compostos fitoquímicos extraídos são temperatura

e o tempo de extração (GONZÁLEZ-MONTELONGO; GLORIA LOBO; GONZÁLEZ, 2010; SOARES *et al.*, 2016).

**Quadro 2** - Identificação de metabólitos secundários

Espécie	Flav.		Terp/esteróides		Alcal.		Taninos		T. Hidro		T. Cond	
	Fl	Br	Fl (cor)	Br (cor)	Fl	Br	Fl	Br	Fl	Br	Fl	Br
<b>BRS Pacoua</b>	+	+	âmbar	âmbar	+	-	+	+	+	+	-	-
<b>BRS Vitória</b>	+	+	laranja	vermelho	+	-	+	+	+	+	-	-
<b>FHIA 17</b>	+	+	âmbar	Marrom claro	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>FHIA 18</b>	+	+	âmbar	vermelho	+	-	+	-	+	-	-	-
<b>Galil 18</b>	+	+	âmbar	âmbar	-	-	+	-	+	-	-	-
<b>Pacovan Ken</b>	+	+	âmbar	vermelho	-	-	+	+	+	+	-	-
<b>Prata Anã</b>	+	+	âmbar	âmbar	-	-	+	+	+	+	-	-
<b>Princesa</b>	+	+			+	-	+	+	+	+	-	-
<b>Thap Maeo</b>	+	+	âmbar	marrom	+	-	+	+	+	+	-	-
<b>Maçã C.</b>	+	+	marrom	Marrom escuro	+	-	+	+	+	-	-	-

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

\* (+) Positivo; (-) Negativo; (Fl) Flor; (Br) Bráctea; (Flav.) Flavonóides; (Alcal.) Alcalóides; (T. Hidro) Taninos Hidrolisáveis; (T. Cond) Taninos Condensados.

Ao comparar os dados do exemplar de Thap Maeo, um híbrido triplóide (AAB) da espécie *M. paradisíaca*, com dados apresentados por Jawla; Kumar; Khan (2012), que em sua triagem fitoquímica encontrou carboidratos, glicosídeos, taninos, flavonóides e saponinas no extrato hidroetanólico de flores de *Musa paradisíaca*, nota-se que estão em consonância. Não foram encontrados artigos que exploraram a composição fitoquímica das brácteas, tornando essa pesquisa pioneira nesse assunto.

Outros híbridos dessa espécie também apresentaram os mesmos resultados, como por exemplo, o tetraplóide FHIA 18 (AAAB) e Princesa (AAAB), em que somente os taninos condensados não demonstraram presença, porém, o autor realizou apenas a identificação de taninos totais, não sendo possível comparar os resultados. Da mesma forma a variedade prata-anã, também um híbrido triplóide (AAB) da espécie *M. balbisiana*, apresentou os mesmos resultados que seu tetraplóide Galil 18 (AAAB). Desse modo, é notável que a hibridização não alterou a presença desses compostos.

Extratos aquosos, etanólicos absolutos e etanólicos a 80% de cascas de *M. sapientum* descritos por Sarma *et al.* (2021), relatou a presença de terpenóides, taninos, alcalóides, saponinas, esteróides, fenóis, óleos fixos e gorduras, destacando que o método de extração utilizando etanol a 80% apresentou maior teor de fenóis totais e flavonóides totais.

Um estudo realizado por Valsalam *et al.* (2019), envolvendo dois métodos de extração (etanólico e aquoso), com flores de *Musa acuminata colla*, identificou a presença de taninos, flavonoides, alcaloides e esteroides no extrato etanólico, enquanto o extrato aquoso apresentou apenas a presença de alcaloides e esteroides.

O mesmo foi encontrado por Swe (2012), em testes realizados com inflorescências de dois cultivares de banana (*Phee kyan* e *Thee hmwe*), em que os resultados foram positivos para alcalóides, glicosídeos, esteróides, saponinas, taninos, flavonóides e terpenóides, validando assim a presença de constituintes fitoquímicos nas flores de bananeiras que são importantes para a saúde humana.

Diferentemente dos resultados apresentados na literatura, os alcaloides e taninos não foram abundantes em todas as amostras, principalmente nas brácteas em que não foi identificado a presença em nenhuma espécie, essa diferença pode ser destacada pela diferença de clima de cultivo, diferença genética das plantas, diferença de idade dos botões utilizados para a pesquisa, e diferentes métodos de extração.

Sumathy *et al.* (2011), ao realizar a triagem fitoquímica do extrato metanólico bruto de flores de *M. acuminata* não detectou a presença de alcaloides. Tendo em vista, que a presente pesquisa utilizou metanol a 70% como solvente de extração, e não foram identificados alcalóides na maioria das espécies, supõe-se que este solvente não seja o mais recomendado para a extração desse metabólito.

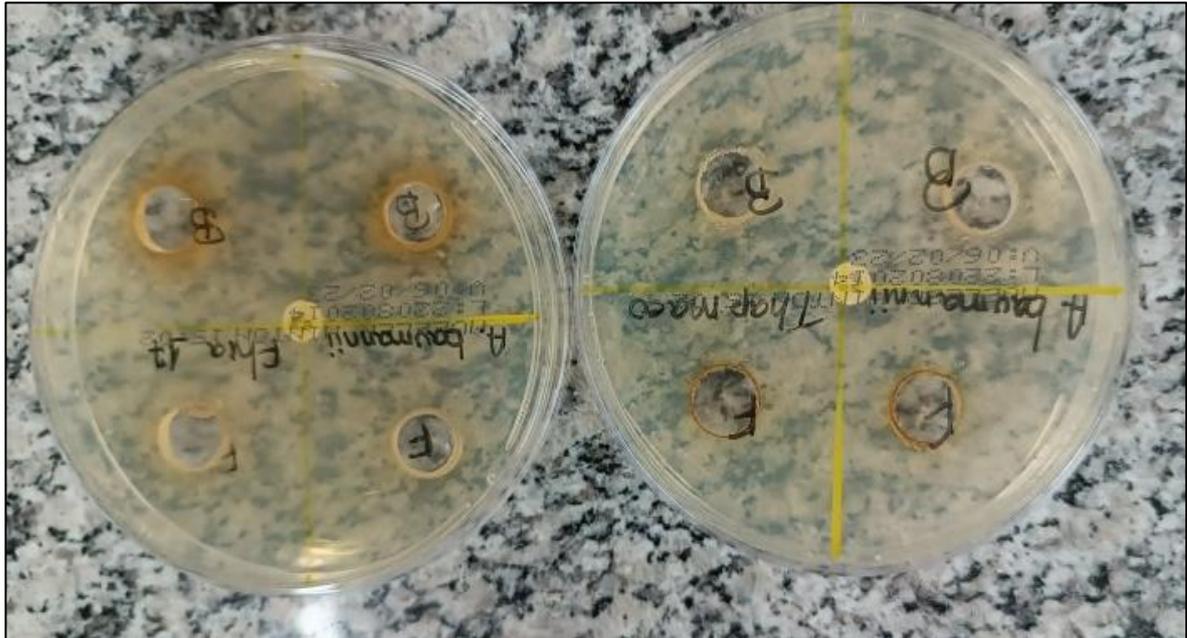
Não foram encontrados estudos envolvendo as espécies de bananas híbridas triplóides e tetraplóides, o que sugere que a pesquisa envolvendo híbridos de bananeiras seja promissor.

#### 4.2 DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS

O método de difusão em ágar por poços é comumente utilizado para avaliar a atividade antimicrobiana de plantas (VALGAS *et al.*, 2007). Nesse método, o agente antimicrobiano se difunde com o meio, com o intuito de inibir o crescimento da cepa de teste (figura 10) (BALOUIRI; SADIKI; IBNSOUDA, 2016).

O Quadro 3 mostra que os extratos das flores das espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 18, Princesa, Thap Maeo e Maçã Comum e da Bráctea da espécie FHIA 18 apresentaram atividade contra as bactérias testadas. Observa-se que as espécies de *A. baumannii* e *S. hominis* apresentaram os maiores halos de inibição em todos os extratos.

**Figura 10** – Extrato se difundindo ao meio



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

**Quadro 3** - Ação Antibacteriana do extrato hidroalcoólico de flores e brácteas de diversas espécies de botões florais de bananeira

Extrato flor	<i>A. baumannii</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. hominis</i>
BRS Pacoua	7 mm	4 mm	5 mm
BRS Vitória	6 mm	6 mm	7 mm
FHIA 17	-	-	-
FHIA 18	5 mm	3 mm	4 mm
Galil 18	-	-	-
Pacovan Ken	-	-	-
Prata Anã	-	-	-
Princesa	6 mm	2 mm	5 mm
Thap Maeo	2 mm	-	-
Maçã C.	2 mm	-	-
<b>Extrato bráctea</b>			
BRS Pacoua	-	-	-
BRS Vitória	-	-	-
FHIA 17	-	-	-
FHIA 18	2 mm	-	-
Galil 18	-	-	-
Pacovan Ken	-	-	-

<b>Prata Anã</b>	-	-	-
<b>Princesa</b>	-	-	-
<b>Thap Maeo</b>	-	-	-
<b>Maçã C.</b>	-	-	-

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

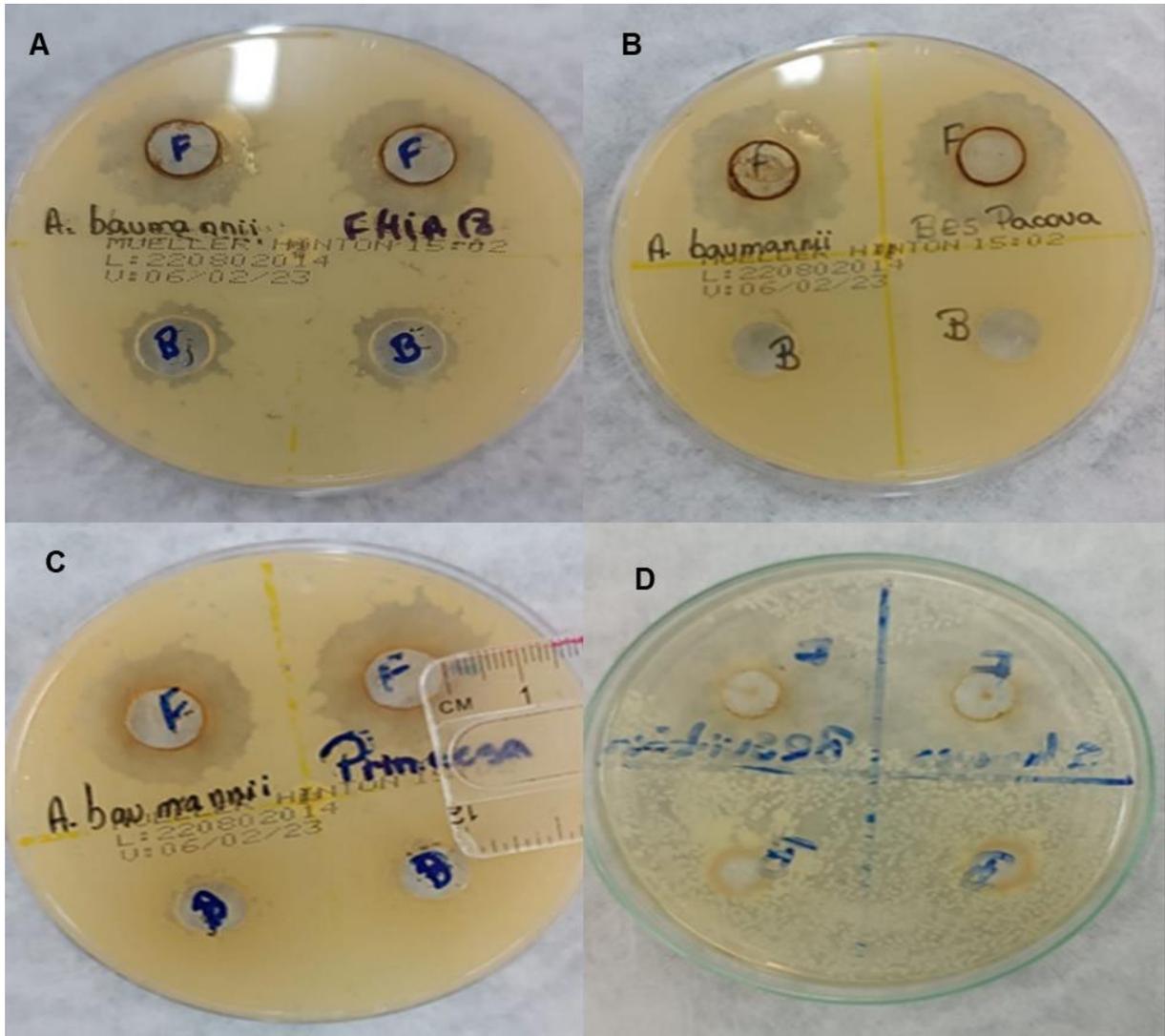
Os extratos das flores das espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 18 e Princesa, foram os mais promissores no teste de difusão em ágar pelo método de poços, com halos de inibição variando entre 2mm e 7mm (figura 11). Analisando o Quadro 1 de compostos fitoquímicos, é possível associar o efeito inibitório aos metabólitos presentes nessas espécies, uma vez que, os testes para flavonóides, terpenóides, alcalóides e taninos foram positivos para as flores de ambas as espécies.

Karuppiah; Mustaffa (2013), realizaram a extração de materiais foliares de quatro espécies diferentes de bananeiras, *Musa acuminata colla*, *Musa troglodytarum L.*, *Musa sapientum* e *Musa paradisíaca*, usando o método de extração por *sohxlet* com diferentes solventes, hexano, acetato de etila e metanol. Os resultados foram satisfatórios, com zonas de inibição de crescimento variando de  $18,6 \pm 0,5$  mm na faixa máxima e  $8,0 \pm 0,5$  mm na mínima. Entre os extratos testados, o acetato de etila de *M. paradisíaca* apresentou maior zona de inibição contra os patógenos testados, em especial as cepas de *E. coli*, *P. aeruginosa* e *Citrobacter sp.*, ambas cepas multirresistentes. Ainda de acordo com os autores, os extratos de *M. acuminata* também foram promissores nos testes contra os patógenos, porém com menos zonas de inibição em relação a *M. paradisíaca*.

A diferença nos resultados entre a pesquisa de Karuppiah; Mustaffa (2013), e a presente pesquisa referente aos resultados contra *E. coli*, pode ser explicada pelo diferente método de extração, uma vez que os autores analisaram qual o melhor solvente para extração, identificando o acetato de etila como o melhor extrator. Dessa forma, a metodologia abordada neste trabalho envolvendo a extração de metabólitos pelo extrato hidroalcolico a 70% provavelmente não foi eficaz na extração de compostos bioativos suficientes para a inibição do crescimento das bactérias, como foi o caso da banana Princesa e FHIA 18, que apresentaram halos de inibição maiores para as outras bactérias comparadas ao halo contra a *E. coli*. Outro ponto importante a ser mencionado, é a diferente parte da planta utilizada, e a quantidade de matéria seca utilizada, no trabalho referenciado foram utilizados 200g de amostras foliares secas, enquanto no trabalho atual foram utilizadas apenas 10g de amostras de flores

e brácteas, inferindo, portando, nas menores taxas de zonas de inibições de crescimento.

**Figura 11** - Zonas de inibição de crescimento por difusão em ágar pelo método de poços



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

**\*A)** Zona de inibição do extrato da espécie FHIA 18 sobre *A. baumannii*; **B)** Zona de inibição do extrato da espécie BRS Pacova sobre *A. baumannii*; **C)** Zona de inibição do extrato da espécie Princesa sobre *A. baumannii*; **D)** zona de inibição do extrato da espécie BRS Vitória contra *S. hominis*.

Um estudo dirigido por (SIVASAMUGHAM; NIMALAN; SUBRAMANIAM, 2021) evidenciaram que extratos etanólicos de folhas de *M. acuminata* e *M. paradisíaca*, inibiram significativamente cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a metilina, exibindo halos de inibição de crescimento maiores que os produzidos pela clindamicina, um antibiótico utilizado para tratar doenças relacionadas a MRSA (*Staphylococcus aureus* multirresistentes). O estudo, ainda descreve que essas atividades se devem a presença de alcaloides, flavonoides, glicosídeos, terpenóides,

taninos, saponinas e carboidratos. Essa atividade pode estar relacionada com a presença de flavonoides como micertina, datiscetina, kaempferol, quercetina e flavonas que inibem o crescimento do patógeno através de alterações enzimáticas e na função da membrana plasmática (AMIN *et al.*, 2015; BARBIERI *et al.*, 2017).

Como observado no quadro 3 a bactéria Gram positiva *S. hominis*, apresentou halos de inibição ao ser exposta por quatro extratos de flores de espécies diferentes variando entre 4mm e 7mm. Contudo, não foram encontradas literaturas que realizaram testes com essa espécie, o que induz a necessidade de mais pesquisas envolvendo bactérias Gram positivas, em específico as coagulase - negativa, uma vez que *S. hominis* é a terceira espécie mais encontrada em casos de septicemia, podendo alcançar 80% de resistência a metilina (ROMERO *et al.*, 2021). Consoante ao constatado por Mostafa (2021), as bactérias Gram negativas são mais vulneráveis à inibição tanto por extratos de acetato de etila quanto de metanol, isso pode explicar a pouca quantidade de testes realizados com bactérias Gram positivas, encontrando em sua grande maioria, análises envolvendo *S. aureus*.

Ainda de acordo com o quadro 3 a bactéria *A. baumannii* frente aos extratos das flores de Thap Maeo e Maçã comum, e ao extrato das brácteas de FHIA 18, bem como a de *E. coli* em contato com extratos das flores de FHIA 18 e Princesa apresentaram halos de inibição relativamente pequenos, entre 2mm e 3mm, em comparação aos outros extratos. Alusivo a isso, e aos extratos que não apresentaram atividades inibitórias, não significa, necessariamente, que os extratos não apresentam atividades antimicrobianas, e sim que a difusão não tenha sido completa, uma vez que compostos polares se difundem mais lentamente no meio de cultura (BONA *et al.*, 2014).

Concernente a *A. baumannii*, uma bactéria na grande maioria das vezes multirresistente encontrada em ambiente hospitalar, também não foram encontradas literaturas que discutam a eficácia de extratos envolvendo diversas seções de bananeira como potencial atividade antimicrobiana. Logo, é possível dizer que este estudo traz dados promissores e inovadores, envolvendo duas cepas de bactérias que estejam sendo citadas pela primeira vez. Esse fator implica na importância de estudos envolvendo o potencial de atividade biológica apresentada por extratos de botões florais de bananeiras (*Musa spp.*).

### 4.3 PROVA DE SENSIBILIDADE POR DILUIÇÃO EM CALDO

Para a determinação de CIM e CBM (quadro 4), utilizou-se a metodologia de diluição em caldo BHI. Foram utilizados apenas os extratos que apresentaram halo de inibição igual ou superior a 4mm. Nota-se que foram incluídos apenas quatro extratos, sendo todas das flores das espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 18 e Princesa.

O extrato das flores de BRS Pacoua foram testadas apenas sobre *A. baumannii* com CIM e CBM de 180 µg/mL e ≥200 µg/mL respectivamente. Enquanto o extrato das flores de BRS Vitória foi efetivo contra *A. baumannii* e *E. coli* apresentando CIM e CBM de 180 µg/mL e ≥200 µg/mL, respectivamente. Já o extrato de flores da Princesa, demonstrou CIM e CBM de 180 µg/mL e ≥200 µg/mL sobre *A. baumannii* e *S. hominis*. No entanto, o extrato das flores de FHIA 18 não apresentou atividade sobre nenhuma cepa bacteriana.

**Quadro 4 - Resultado dos testes de CIM e CBM**

	<i>A. baumannii</i>		<i>E. coli</i>		<i>S. hominis</i>	
	CIM µg/mL	CBM µg/mL	CIM µg/mL	CBM µg/mL	CIM µg/mL	CBM µg/mL
<b>BRS Pacoua</b>	180	≥200	NR	NR	NR	NR
<b>BRS Vitória</b>	180	≥200	180	≥200	NR	NR
<b>FHIA 18</b>	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<b>Princesa</b>	180	≥200	NR	NR	180	≥200

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2023).

\*NR: Não Reagente.

|

Ao analisar os dados obtidos no quadro anterior, podemos dizer que os resultados de CIM sobre *E. coli* são promissores ao serem comparados com os resultados obtidos por (JOUNEGHANI *et al.*, 2020), em que o extrato etanólico de diversas partes da planta geneticamente modificada demonstrou CIM de 1787 µg/mL, enquanto o presente estudo, apesar de utilizar extrato hidroalcolico a 70%, apresentou CIM de 180 µg/mL. Apesar de os solventes de extração terem sido diferentes, os extratores orgânicos apresentam características de polaridades semelhantes, desse modo, compostos bioativos semelhantes são extraídos.

Esta pesquisa está em consenso com dados apresentados por (RITA *et al.*, 2023), em que foi constatado que *E. coli* são mais resistentes que cepas de *S. aureus*, o autor relata que isso é devido à complexidade diferente das paredes celulares das

duas bactérias, sendo que as bactérias Gram-negativas possuem um revestimento de peptidoglicano mais complexo que as Gram-positivas.

Estudos envolvendo atividade antimicrobiana de extratos de várias seções de bananeira sobre *E. coli* são mais comumente achados do que em relação aos outros microrganismos testados, porém, poucos foram os achados envolvendo CIM, sobre essas bactérias e nenhum achado envolvendo CBM envolvendo todos os microrganismos testados. Desse modo, esse estudo torna-se pioneiro nesse ramo, possibilitando achados promissores, para futuras discussões envolvendo pesquisas referentes as atividades bacterianas dos extratos de botões florais de bananeiras.

## CONCLUSÃO

Os dados obtidos nessa pesquisa apontaram que os botões florais de bananeiras híbridas e silvestre, são dotadas de uma gama variedade de metabólitos secundários que apresentam atividades antibacterianas.

Foi confirmada a presença de flavonoides e terpenoides/esteroides em todas as flores e brácteas das espécies testadas, enquanto os alcaloides negativaram para todas as amostras de brácteas e nos extratos de flores de FHIA 17; Galil 18; Pacovan Ken e Prata Anã. Em relação aos taninos, as espécies FHIA 18 e Galil 18 apresentaram presença apenas nas flores, e a FHIA 17 negativou para ambas as porções, enquanto as outras espécies testas demonstraram a presença do metabólito em todas as partes testadas. Todas as amostras apresentaram resultado negativo para o teste de taninos condensados. As espécies BRS Pacoua, BRS Vitória, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa e Thap Maeo demonstraram a presença de taninos hidrolisáveis em ambas as seções da amostra de teste e somente as flores das espécies FHIA 18, Galil 18 e Maçã Comum positivaram para a presença de taninos hidrolisáveis.

Os extratos das flores de BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 18 e Princesa, apresentaram boa atividade contra os patógenos *E. coli*, *A. baumannii* e *S. hominis*, podendo-se destacar halos de tamanhos 2, 3, 4, 5, 6 e 7mm. Somente o extrato da bráctea de FHIA 18 apresentou atividade inibitória, com halo de 2mm, ainda que pequeno, reflete a capacidade inibitória do extrato hidroalcolólico dessa parte da planta.

Em relação ao teste de CIM e CBM o extrato das flores da variedade BRS Pacoua apresentou CIM de 180µg/ML e CBM  $\geq$  200, apenas sobre a espécie de *A. baumannii*. Enquanto os extratos das flores de BRS Vitória apresentaram CIM de 180µg/ML e CBM  $\geq$  200µg/ML contra as espécies de *A. baumannii* e *E. coli* respectivamente.

O extrato das flores de Princesa, apresentou CIM de 180µg/ML e CBM  $\geq$  200 contra as espécies de *A. baumannii* e *S. hominis*. Sendo a única variedade que apresentou CBM e CIM sobre a espécie de bactéria Gram-positiva.

Os extratos das flores de FHIA 18 não demonstrou atividade CIM e CBM contra nenhum agente patogênico.

Desse modo, os dados obtidos e relatados nessa pesquisa comprovam a grande capacidade antimicrobiana de extratos hidroalcóolicos de botões florais de bananeiras, almejando uma perspectiva no estudo e desenvolvimento de novos antimicrobianos a partir dessa parte da planta, que na maioria das vezes é descartada nos cultivares.

Esse trabalho mostra-se promissor e inovador, uma vez que é o primeiro que relata a atividade antimicrobiana sobre bactérias *A. baumannii* e *S. hominis*, e por ser o pioneiro nos estudos envolvendo diversos híbridos triplóides e tetraplóides de botões florais de bananeiras com perspectiva antibacteriana.

## REFERÊNCIAS

- AJIJOLAKEWU, K. A. et al. A review of the ethnomedicinal, antimicrobial, and phytochemical properties of *Musa paradisiaca* (plantain). **Bulletin of the National Research Centre**, v. 45, n. 1, p. 86, 8 maio 2021.
- ÁLVAREZ-MARTÍNEZ, F. J. et al. Antibacterial plant compounds, extracts and essential oils: An updated review on their effects and putative mechanisms of action. **Phytomedicine**, v. 90, p. 153626, set. 2021.
- AMIN, M. U. et al. Antibiotic additive and synergistic action of rutin, morin and quercetin against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 15, n. 1, p. 59, 12 dez. 2015.
- ANDERSSON, D. I.; HUGHES, D. Selection and Transmission of Antibiotic-Resistant Bacteria. **Microbiology Spectrum**, v. 5, n. 4, 25 ago. 2017.
- ANUPAMA YADAV. Banana (*Musa acuminata*): Most popular and common Indian plant with multiple pharmacological potentials. **World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences**, v. 7, n. 1, 2021.
- APARECIDA, S.; DIAS, C.; SOUZA, D. E. **AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE GENÉTICA EM *Musa* spp. UTILIZANDO MARCADORES MICROSSATÉLITES**. [s.l.: s.n.].
- BALOUIRI, M.; SADIKI, M.; IBNSOUDA, S. K. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. **Journal of Pharmaceutical Analysis**, v. 6, n. 2, p. 71–79, 1 abr. 2016.
- BARBIERI, R. et al. Phytochemicals for human disease: An update on plant-derived compounds antibacterial activity. **Microbiological Research**, v. 196, p. 44–68, mar. 2017.
- BHAT, M. A. et al. Preparation and evaluation of antibacterial potential of *Pithecellobium dulce* root extract against Gram positive and Gram negative bacteria. **Microbial Pathogenesis**, v. 116, p. 49–53, mar. 2018.
- BONA, E. A. M. DE et al. Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (cim) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 81, n. 3, p. 218–225, set. 2014.
- C REYGAERT, W. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. **AIMS Microbiology**, v. 4, n. 3, p. 482–501, 2018.
- CALIXTO, J. B. The role of natural products in modern drug discovery. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, n. suppl 3, 2019.
- CASTRO, P. R. DE C. E; KLUGE, R. A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. [s.l.] Agronômica Ceres, 2008.

COX, G.; WRIGHT, G. D. Intrinsic antibiotic resistance: Mechanisms, origins, challenges and solutions. **International Journal of Medical Microbiology**, v. 303, n. 6–7, p. 287–292, ago. 2013.

DA SILVA, L. DE O. et al. Uso de <em>Musa</em> spp. no tratamento antiparasitário em animais: Revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 10, p. 69965–69978, 30 out. 2022.

DE OLIVEIRA, D. M. P.; WALKER, M. J. An ionophore breaks the multi-drug-resistance of *Acinetobacter baumannii*. **Microbial Cell**, v. 9, n. 3, p. 69–71, 7 mar. 2022.

DIAS, J. DO S. A.; BARRETO, M. Aspectos agronômicos, fitopatológicos e socioeconômicos da sigatoka-negra na cultura da bananeira no Estado do Amapá. **EMBRAPA**, n. 978-85-61366-14–8, 2011.

DOMINGUES, C. P. F. et al. Multi-Drug Resistance in Bacterial Genomes—A Comprehensive Bioinformatic Analysis. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 14, p. 11438, 14 jul. 2023.

RIBEIRO, G. D. **Algumas espécies de plantas reunidas por famílias e suas propriedades**. Porto Velho: [s.n.].

DURÃO, P.; BALBONTÍN, R.; GORDO, I. Evolutionary Mechanisms Shaping the Maintenance of Antibiotic Resistance. **Trends in Microbiology**, v. 26, n. 8, p. 677–691, ago. 2018.

DZOTAM, J. K.; TOUANI, F. K.; KUETE, V. Antibacterial and antibiotic-modifying activities of three food plants (*Xanthosoma mafaffa* Lam., *Moringa oleifera* (L.) Schott and *Passiflora edulis* Sims) against multidrug-resistant (MDR) Gram-negative bacteria. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 16, n. 1, p. 9, 11 dez. 2015.

GHOSH, D. et al. Antibiotic Resistance and Epigenetics: More to It than Meets the Eye. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 64, n. 2, 27 jan. 2020. **Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) Report 2022**. [s.l: s.n.].

GONZÁLEZ-MONTELONGO, R.; GLORIA LOBO, M.; GONZÁLEZ, M. Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 119, n. 3, p. 1030–1039, 1 abr. 2010.

GRANDE, C. **CORRELAÇÃO ENTRE OS ENSAIOS DE CITOTOXICIDADE EM ARTEMIA SALINA LEACH E ATIVIDADE ANTINEOPLÁSICA SOBRE LINHAGENS DE CÉLULAS TUMORAIS PARA ALGUMAS CLASSES DE PRODUTOS NATURAIS**. [s.l: s.n.].

JAWLA, S.; KUMAR, Y.; KHAN, M. Antimicrobial and antihyperglycemic activities of *Musa paradisiaca* flowers. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 2, n. 2, p. S914–S918, fev. 2012.

MENEZES, A. J. E. A. DE; GALVÃO, E. U. P. Bananeira: Recomendações de Cultivo. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA**, 2004.

JOUNEGHANI, R. S. et al. Antimicrobial Activity of Selected Banana Cultivars Against Important Human Pathogens, Including Candida Biofilm. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 435, 4 abr. 2020.

NOMURA, E. S. et al. **Cultivo de Bananeira**. Campinas: [s.n.].

KARUPPIAH, P.; MUSTAFFA, M. Antibacterial and antioxidant activities of Musa sp. leaf extracts against multidrug resistant clinical pathogens causing nosocomial infection. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 3, n. 9, p. 737–742, set. 2013a.

KATIYAR, C. et al. Drug discovery from plant sources: An integrated approach. **AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)**, v. 33, n. 1, p. 10, 2012.

KEITA, K.; DARKOH, C.; OKAFOR, F. Secondary plant metabolites as potent drug candidates against antimicrobial-resistant pathogens. **SN Applied Sciences**, v. 4, n. 8, p. 209, 8 ago. 2022.

KHAMENEH, B. et al. Review on plant antimicrobials: a mechanistic viewpoint. **Antimicrobial Resistance & Infection Control**, v. 8, n. 1, p. 118, 16 dez. 2019.

KOPEL, J.; MCDONALD, J.; HAMOOD, A. An Assessment of the In Vitro Models and Clinical Trials Related to the Antimicrobial Activities of Phytochemicals. **Antibiotics**, v. 11, n. 12, p. 1838, 17 dez. 2022.

LEITÃO, J. H. Microbial Virulence Factors. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 15, p. 5320, 27 jul. 2020.

LEPE, J. A.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, L. Mecanismos de resistencia en bacterias gramnegativas. **Medicina Intensiva**, v. 46, n. 7, p. 392–402, jul. 2022.

MARTINEZ, J. L. General principles of antibiotic resistance in bacteria. **Drug Discovery Today: Technologies**, v. 11, p. 33–39, mar. 2014.

MARTINS, A. et al. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais, alimentares e tóxicas da Ilha do Combu, Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 86, 2005.

MOHD ZAINI, H. et al. **Banana peels as a bioactive ingredient and its potential application in the food industry**. **Journal of Functional Foods**, 2022.

MONDEMÉ, M. et al. Treatment of Bacterial Infections with  $\beta$ -Lactams: Cooperation with Innate Immunity. **Infection and Immunity**, v. 91, n. 2, 16 fev. 2023.

MOSTAFA, H. S. Banana plant as a source of valuable antimicrobial compounds and its current applications in the food sector. **Journal of Food Science**, v. 86, n. 9, p. 3778–3797, set. 2021.

MOURA DE SOUSA, J. et al. Multidrug-resistant bacteria compensate for the epistasis between resistances. **PLOS Biology**, v. 15, n. 4, p. e2001741, 18 abr. 2017.

NOGUEIRA, M. D. O. et al. Perfil nutricional e benefícios de partes comestíveis não convencionais de bananeiras. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, 2022. PAIXÃO, G. C.; ET AL. **Desvendando o mundo invisível da microbiologia**. 2. ed. Fortaleza - CE: [s.n.].

PAREEK, S. Nutritional and Biochemical Composition of Banana (Musa spp.) Cultivars. **Nutritional Composition of Fruit Cultivars**, p. 49–81, 1 jan. 2016.

PEDRO FRANÇA CAPELETI, J. DE. **FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA IN VITRO DE EXTRATOS DA Moringa oleífera Lamarck SOBRE MICRORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA**. [s.l.: s.n.].

PIMENTEL, H.; RODRIGUES, J. P. A.; PRETO, L. S. R. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE ANTIBIÓTICOS DE ORIGEM NATURAL E SEMISSINTÉTICA DA FAMÍLIA DAS PENICILINAS EM BACTÉRIAS GRAM POSITIVO. **Egitania Scientia**, v. 1, n. 16, p. 126–141, 9 jul. 2015.

QIAO, M. et al. Review of antibiotic resistance in China and its environment. **Environment International**, v. 110, p. 160–172, jan. 2018.

RAKSHIT, R. et al. Biofilm: a coordinated response of bacteria against stresses. Em: **Bacterial Survival in the Hostile Environment**. [s.l.] Elsevier, 2023. p. 149–162.

REMPE, C. S. et al. The Potential of Systems Biology to Discover Antibacterial Mechanisms of Plant Phenolics. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, 16 mar. 2017.

RITA, W. S. et al. Antibacterial Efficacy of Susu Banana (Musa paradisiaca L.) Peel Methanol Extract and The Total Contents of Flavonoid and Phenolic Compounds. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1177, n. 1, p. 012050, 1 maio 2023.

ROMERO, L. C. et al. CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA E GENOTÍPICA DA RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM STAPHYLOCOCCUS HOMINIS ISOLADOS DE HEMOCULTURA. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 25, p. 101419, jan. 2021.

ROSA, R. H. 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. 1–9, 16 nov. 2020.

ROYER, G. et al. Phylogroup stability contrasts with high within sequence type complex dynamics of *Escherichia coli* bloodstream infection isolates over a 12-year period. **Genome Medicine**, v. 13, n. 1, p. 77, 5 dez. 2021.

RUIZ-RAMOS, J.; GRAS-MARTÍN, L.; RAMÍREZ, P. Antimicrobial Pharmacokinetics and Pharmacodynamics in Critical Care: Adjusting the Dose in Extracorporeal Circulation and to Prevent the Genesis of Multiresistant Bacteria. **Antibiotics**, v. 12, n. 3, p. 475, 27 fev. 2023.

SANTOS, J. M. DOS. Estudo do potencial cicatrizante, antimicrobiano e antiedematogênico da *Musa paradisiaca* L. (3). **Universidade Federal de Alagoas**, 2012.

SANTOS, N. V. DA S.; GOMES, K. M. S.; GONDIM, D. N. M. Prospecção de Patentes Sobre o Uso Fitoterápico da Bananeira (*Musa* Spp.) no Tratamento da Intolerância ao Glúten e da Doença Celíaca. **Cadernos de Prospecção**, v. 15, n. 4, p. 1177–1193, 1 out. 2022.

SARMA, P. P. et al. A pharmacological perspective of banana: implications relating to therapeutic benefits and molecular docking. **Food & Function**, v. 12, n. 11, p. 4749–4767, 2021.

SAVOIA, D. Plant-derived antimicrobial compounds: alternatives to antibiotics. **Future Microbiology**, v. 7, n. 8, p. 979–990, ago. 2012.

SEDARAT, Z.; TAYLOR-ROBINSON, A. W. Biofilm Formation by Pathogenic Bacteria: Applying a *Staphylococcus aureus* Model to Appraise Potential Targets for Therapeutic Intervention. **Pathogens**, v. 11, n. 4, p. 388, 23 mar. 2022.

SHARMA, A. K. et al. Bacterial Virulence Factors: Secreted for Survival. **Indian Journal of Microbiology**, v. 57, n. 1, p. 1–10, 5 mar. 2017.

SIMMONDS, N. W.; SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. **Journal of the Linnean Society of London, Botany**, v. 55, n. 359, p. 302–312, dez. 1955.

SITTHIYA, K. et al. Extraction and characterization of proteins from banana (*Musa Sapientum* L) flower and evaluation of antimicrobial activities. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 658–666, 27 fev. 2018.

SIVASAMUGHAM, L. A.; NIMALAN, V.; SUBRAMANIAM, G. Antibacterial effects of *Musa* sp. ethanolic leaf extracts against methicillin-resistant and susceptible *Staphylococcus aureus*. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 35, p. 107–110, jan. 2021.

SOARES, N. P. et al. TÉCNICAS DE PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA E SUA IMPORTÂNCIA PARA O ESTUDO DE BIOMOLÉCULAS DERIVADAS DE PLANTAS. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 991–1010, 6 dez. 2016.

SRIVASTAVA, J. et al. Antimicrobial resistance (AMR) and plant-derived antimicrobials (PDAMs) as an alternative drug line to control infections. **3 Biotech**, v. 4, n. 5, p. 451–460, 23 out. 2014.

SUMATHY, V. et al. In vitro bioactivity and phytochemical screening of *Musa acuminata* flower. **Pharmacologyonline**, v. 2, p. 118–127, 2011.

TAEBNIA, N.; RÖMLING, U.; LAUSCHKE, V. M. In vitro and ex vivo modeling of enteric bacterial infections. **Gut Microbes**, v. 15, n. 1, 31 dez. 2023.

VALGAS, C. et al. Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 38, n. 2, p. 369–380, jun. 2007.

VALSALAM, S. et al. Biosynthesis of silver and gold nanoparticles using *Musa acuminata* colla flower and its pharmaceutical activity against bacteria and anticancer efficacy. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 201, p. 111670, dez. 2019.

VILELA, G. C.; OLIVEIRA, D. S. CARACTERIZAÇÃO CENTESIMAL E DE COMPOSTOS BIOATIVOS DA INFLORESCÊNCIA DA BANANA (*MUSA SPP*). Em: [s.l: s.n.].

WACLAW, B. Evolution of Drug Resistance in Bacteria. Em: [s.l: s.n.]. p. 49–67.

ZOU, F. et al. **The Valorization of Banana By-Products: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development.** *Foods*, 2022.

## ANEXOS I – RELATÓRIO DE PLÁGIO



### RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

**DISCENTE:** Geise Camila dos Santos de Oliveira

**CURSO:** Farmácia

**DATA DE ANÁLISE:** 27.11.2023

### RESULTADO DA ANÁLISE

#### Estadísticas

Suspeitas na Internet: **4,6%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet [▲](#)

Suspeitas confirmadas: **3,98%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados [▲](#)

Texto analisado: **90,76%**

*Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).*

Sucesso da análise: **100%**

*Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.*

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.8.5  
segunda-feira, 27 de novembro de 2023 13:36

### PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho da discente **GEISE CAMILA DOS SANTOS DE OLIVEIRA**, n. de matrícula **38693**, do curso de Farmácia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 4,6%. Devendo a aluna realizar as correções necessárias.

Documento assinado digitalmente  
gov.br HERTA MARIA DE AÇUCENA DO NASCIMENTO SI  
Data: 27/11/2023 21:43:52-0300  
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(assinado eletronicamente)  
**HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO**  
Bibliotecária CRB 1114/11  
Biblioteca Central Júlio Bordignon  
Centro Universitário Faema – UNIFAEMA