



unifaema

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAEMA – UNIFAEMA

JOÃO PAULO SOUZA SIMÃO DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO, AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE
ANTIFÚNGICA, ANTIOXIDANTE E POTENCIAL TÓXICO *IN VITRO* DE EXTRATO
HIDROALCÓOLICO DE INFLORESCÊNCIAS DE BANANEIRAS (*Musa spp.*)
VARIEDADES DE MAÇÃ COMUM E HÍBRIDAS.**

ARIQUEMES – RO

2023

JOÃO PAULO SOUZA SIMÃO DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO, AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA, ANTIOXIDANTE E POTENCIAL TÓXICO *IN VITRO* DE EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE INFLORESCÊNCIAS DE BANANEIRAS (*Musa spp.*) VARIEDADE DE MAÇÃ COMUM E HÍBRIDAS.

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.

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586s Silva, João Paulo Souza Simão da.

Caracterização do perfil fitoquímico, avaliação da atividade antifúngica, antioxidante e potencial tóxico in vitro de extrato hidroalcólico de inflorescências de bananeiras (*Musa spp.*) variedade de maçã comum e híbridas. / João Paulo Souza Simão da Silva. Ariquemes, RO: Centro Universitário Faema – UNIFAEMA, 2023.

93 f.

Orientador: Prof. Dra. Taline Canto Tristão.

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

1. Atividade Antifúngica. 2. Aspectos Biológicos. 3. Metabólitos Secundários. 4. Pacovan Ken. I. Título. II. Tristão, Taline Canto.

CDD 615.4

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

JOÃO PAULO SOUZA SIMÃO DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL FITOQUÍMICO, AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA, ANTIOXIDANTE E POTENCIAL TÓXICO *IN VITRO* DE EXTRATO HIDROALCÓOLICO DE INFLORESCÊNCIAS DE BANANEIRAS (*Musa spp.*) VARIEDADES DE MAÇÃ COMUM E HÍBRIDAS.

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. Dr. Matheus Martins Ferreira
Centro Universitário FAEMA - UNIFAEMA

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

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

Dedico este trabalho aos meus queridos pais, pilares da minha vida. À minha mãe, que, com sua força e amor incondicionais, foi a estrela-guia em cada passo do meu caminho, iluminando os momentos mais obscuros com sua sabedoria e coragem. E em memória do meu pai, cujo espírito e ensinamentos seguem vivos em meu coração, como constelações que continuam a brilhar e a orientar minha jornada, mesmo após sua partida. Este trabalho reflete o legado de amor, sabedoria e valores que ambos me transmitiram, lembrando-me sempre de que somos feitos do pó das estrelas. Com todo o meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha profunda gratidão a Deus, o alicerce da minha existência, pois sem Ele, nada seria possível.

À minha mãe, Cleide de Souza, a mulher mais corajosa que conheço e minha eterna heroína, e ao meu falecido pai, cujas valiosas lições moldaram o meu caráter. Em ambos, encontro a fonte da minha coragem e da força para sempre me reerguer.

Um agradecimento especial ao meu tio, Fabio Ernani de Souza (Nande), por sempre acreditar em mim e me encorajar a seguir a carreira em Farmácia.

Aos meus irmãos, Ana Paula Simão da Silva e Paulo Victor Simão da Silva, por serem mais do que irmãos, verdadeiros pilares de apoio. Ao meu cunhado, Isaque Rodrigues da Silva, pelas enriquecedoras conversas científicas.

Agradeço aos amigos, Letícia, Luciana, Sadra, Jadi, Cleide, Geise, por estarem ao meu lado. E um agradecimento especial ao meu amigo Marcos Comparin, que me auxiliou com grandes ideias e inovações no ramo tecnológico, contribuindo significativamente para o meu desenvolvimento e sucesso.

Meu reconhecimento ao Professor Paulo Cilas, que não só me apoiou, mas também inspirou minha jornada como pesquisador. Aos professores Jociel Honorato, por me permitir explorar ao máximo os laboratórios com seu constante suporte; Keila Vitorino, Jucélia Nunes e Vera Geron, por quem tenho imensa admiração.

Um agradecimento imensurável à minha orientadora, Dra. Taline Canto Tristão, por ser uma luz guia em minha jornada acadêmica. Mais do que uma professora, uma verdadeira mentora, que com sua sabedoria, paciência e generosidade, nutriu meus sonhos e aspirações. Sua fé inabalável em meu potencial foi um farol em momentos de incerteza, e seu apoio inestimável nesta reta final, um verdadeiro presente para minha formação profissional e pessoal.

Estendo minha gratidão à Embrapa e ao Senhor Edson Aparecido de Paula, que generosamente doaram os botões da variedade de maçã comum, recursos cruciais para o sucesso desta pesquisa. Sua contribuição não só enriqueceu meu trabalho, mas também reforçou a importância da colaboração e do apoio mútuo no avanço científico.

Aos técnicos do laboratório, Samuel, Cleiton e Everson, pelo suporte durante todo o processo.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para este capítulo da minha jornada acadêmica, auxiliando-me a ascender o primeiro de muitos degraus em minha trajetória.

O mundo não é um grande arco íris, é um lugar sujo e cruel que não quer saber o quanto você é durão, vai colocar você de joelhos e você ficará de joelhos para sempre se você deixar. Você, eu, ninguém vai bater tão duro quanto a vida, mas não se trata de bater duro, se trata de quanto você aguenta apanhar e seguir em frente, o quanto você é capaz de tentar e continuar tentando! É assim que se consegue vencer!

“Rocky Balboa”

RESUMO

As infecções fúngicas causadas por *Candida spp.* e *Aspergillus spp.* representam um desafio crescente na medicina devido à resistência aos antifúngicos existentes, o que evidencia a necessidade de novos tratamentos. O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar a atividade antifúngica, antioxidante e o potencial tóxico in vitro do extrato hidroalcolólico de inflorescências de bananeiras (*Musa spp.*) variedades de maçã comum e híbridas. A metodologia incluiu a maceração a frio com metanol a 70%, análise cromatográfica e identificação de metabólitos secundários, abrangendo testes antifúngicos por difusão em ágar, avaliação do potencial antioxidante pelo método FRAP e análise da citotoxicidade por curvas dose-resposta. Os resultados destacaram a presença de flavonoides, triterpenos, taninos e alcaloides, com o extrato das flores de 'Pacovan Ken' mostrando uma atividade antifúngica expressiva. As análises antioxidantes e as curvas dose-resposta revelaram variações significativas na atividade antioxidante e um espectro variado de toxicidade entre as amostras. Este estudo sublinha a importância das inflorescências de bananeira como uma fonte promissora de novos agentes antifúngicos, antioxidantes e com toxicidade controlada, abrindo caminho para futuras pesquisas e aplicações terapêuticas.

Palavras-chave: Atividade antifúngica; inflorescência; *Musa spp.*; híbridos; atividade biológica.

ABSTRACT

Fungal infections caused by *Candida* spp. and *Aspergillus* spp. pose an increasing challenge in medicine due to resistance to existing antifungals, highlighting the need for new treatments. This study aimed to characterize the phytochemical profile and evaluate the antifungal, antioxidant, and in vitro toxic potential of the hydroalcoholic extract of banana inflorescences (*Musa spp.*) from common and hybrid apple varieties. The methodology included cold maceration with 70% methanol, chromatographic analysis, and identification of secondary metabolites, encompassing antifungal tests by agar diffusion, antioxidant potential assessment by the FRAP method, and cytotoxicity analysis by dose-response curves. The results highlighted the presence of flavonoids, triterpenes, tannins, and alkaloids, with the extract from 'Pacovan Ken' flowers showing significant antifungal activity. Antioxidant analyses and dose-response curves revealed significant variations in antioxidant activity and a varied spectrum of toxicity among the samples. This study underscores the importance of banana inflorescences as a promising source of new antifungal agents, antioxidants, and with controlled toxicity, paving the way for future research and therapeutic applications.

Keywords: Antifungal activity; inflorescence; *Musa spp.*; hybrids; biological activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bananeira (<i>Musa spp</i>).....	24
Figura 2 - Distribuição da Cultura de Banana no Mundo.....	25
Figura 3 - Distribuição Espacial da Produção Mundial de Banana.....	26
Figura 4 - Inflorescência de <i>Musa spp</i>	30
Figura 5 - Célula fúngica fragmento de hifa A e levedura B	34
Figura 6 - Esquema representativo dos principais fatores de virulência do gênero <i>Candida</i>	34
Figura 7 - Amostras durante o processamento de secagem e preparação	40
Figura 8 - Processo de Pesagem, Maceração e Filtragem.....	41
Figura 9 - Soluções estoque padronizadas	42
Figura 10 - Ilustração para Processo de Cromatografia em Camada Delgada	44
Figura 11 - Método de Difusão em Ágar por Perfuração em Poços	46
Figura 12 - Formação do azul da Prússia de Perl	47
Figura 13 - Contagem de Larvas Metanúplio Sobreviventes e Mortas	48
Figura 14 - Fotodocumentação do Perfil Cromatográfico	52
Figura 15 - Análise Cromatográfica sob luz visível e ultravioleta.....	55
Figura 16 - Avaliação da atividade antifúngica dos extratos hidroalcoólicos das flores (indicados por 'F') e das brácteas (indicados por 'B').....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição Química da Musa spp.	28
Tabela 2 - Compostos Antimicrobianos Identificados	32
Tabela 3 - Resultado da Identificação Fitoquímica	49
Tabela 4 - Perfil Cromatográfico: Valor de Rf	54
Tabela 5 - Avaliação Antifúngica de Extratos Hidroalcoólicos das inflorescências de bananeira: Flores versus Brácteas.....	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - BRS Pacoua	61
Gráfico 2 - BRS Vitória	61
Gráfico 3 – FHIA 17.....	62
Gráfico 4 - FHIA 18	62
Gráfico 5 - Galil 18	63
Gráfico 6 - Pacovan Ken	63
Gráfico 7 - Prata anã	64
Gráfico 8 - Princesa.....	64
Gráfico 9 - Thap mae	65
Gráfico 10 - Curva Dose-Resposta BRS Pacoua - Flor.....	68
Gráfico 11 - Curva Dose-Resposta BRS Vitória - Flor.....	69
Gráfico 12 - Curva Dose-Resposta FHIA 17 - Flor	69
Gráfico 13 - Curva Dose-Resposta FHIA 18 - Flor	70
Gráfico 14 - Curva Dose-Resposta Princesa - Flor	70
Gráfico 15 - Curva Dose-Resposta Thap Maeo - Flor.....	71
Gráfico 16 - Curva Dose-Resposta Galil 18 - Flor.....	71
Gráfico 17 - Curva Dose-Resposta Pacovan Ken - Flor.....	72
Gráfico 18 - Curva Dose-Resposta Prata Anã - Flor	72
Gráfico 19 - Curva Dose-Resposta Variedade de Maçã comum - Flor	73
Gráfico 20 - Curva Dose-Resposta BRS Pacoua - Bráctea.....	73
Gráfico 21 - Curva Dose-Resposta BRS Vitória - Bráctea	74
Gráfico 22 - Curva Dose-Resposta FHIA 17 - Bráctea	74
Gráfico 23 - Curva Dose-Resposta FHIA 18 - Bráctea.....	75
Gráfico 24 - Curva Dose-Resposta Princesa - Bráctea	75
Gráfico 25 - Curva Dose-Resposta Thap Maeo - Bráctea.....	76
Gráfico 26 - Curva Dose-Resposta Variedade de Maçã comum - Bráctea	76
Gráfico 27 - Curva Dose-Resposta Galil 18 - Bráctea.....	77
Gráfico 28 - Curva Dose-Resposta Pacovan Ken - Bráctea.....	77
Gráfico 29 - Curva Dose-Resposta Prata Anã - Bráctea	78

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCD	Cromatografia em Camada Delgada
FRAP	Poder Antioxidante Redutor Férrico
CFU	Unidades Formadoras de Colônia
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
OMS	Organização Mundial da Saúde
RO	Rondônia
UNIFAEMA	Centro Universitário Faema

LISTA DE SÍMBOLOS

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

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.2 JUSTIFICATIVA	19
2. OBJETIVOS	21
2.1.1 OBJETIVO GERAL	21
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
2.1.3 HIPÓTESE	21
3. REVISÃO DE LITERATURA	23
3.1 <i>MUSA SPP.</i>	23
3.1.1 ORIGENS, PROPRIEDADES MEDICINAIS E POTENCIAL TERAPÊUTICO	23
3.1.2 CULTIVO, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONSUMO GLOBAL DA BANANEIRA	24
3.1.3 DIVERSIDADE E MELHORAMENTO GENÉTICO	26
3.1.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA	28
3.1.5 PERFIL DE CONSTITUINTES BIOATIVOS	28
3.2 INFLORESCÊNCIA DE <i>MUSA SPP.</i>	29
3.3.1 DESCRIÇÃO, USO CULINÁRIO E POTENCIAL BIOATIVO	29
3.3.2 COMPOSTOS CARACTERIZADOS E ATIVIDADES BIOLÓGICAS COMPROVADAS	30
3.3 FUNGOS	32
3.3.1 CLASSIFICAÇÃO	32
3.3.2 <i>CÂNDIDA SPP.</i>	33
3.3.3 <i>ASPERGILLUS SPP.</i>	35
3.3.4 RESISTÊNCIA FÚNGICA	35
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
4.1 PROCEDIMENTOS LABORATÓRIAS	38
4.1.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES	38
4.1.2 OBTENÇÃO DA AMOSTRA VEGETAL	38
4.1.3 OBTENÇÃO DOS MICRORGANISMOS	39
4.2 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS	39
4.2.1 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA VEGETAL	39
4.2.2 EXTRATO HIDROALCÓOLICO POR MACERAÇÃO	40
4.3 TESTES PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS ..	41

4.3.1	TESTES PARA ESTEROIDES E TRITERPENOS (LIEBERMANN BURCHARD)	42
4.3.2	TESTES PARA ALCALOIDES	42
4.3.3	TESTES PARA FLAVONOIDES	43
4.3.4	TESTES PARA TANINOS.....	43
4.4	PERFIL CROMATOGRÁFICO.....	43
4.4.1	CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA (CCD)	43
4.5	TESTES MICROBIOLÓGICOS.....	44
4.5.1	PREPARAÇÃO DOS INÓCULOS MICROBIANOS	44
4.5.2	DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS.....	45
4.6	TESTE DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	46
4.6.1	ENSAIO DE PODER ANTIOXIDANTE REDUTOR FÉRRICO (FRAP).....	46
4.7	TESTE DE ATIVIDADE CITOTÓXICA.....	47
4.7.1	BIOENSAIO DE TOXICIDADE CONTRA A <i>ARTÊMIA SALINA</i> (TAS).....	48
4.8	DA ANÁLISE DOS DADOS	49
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1	CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA	49
5.2	PERFIL CROMATOGRÁFICO.....	51
5.3	DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS.....	57
5.4	ENSAIO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRAP.....	60
5.5	BIOENSAIO DE CITOTOXICIDADE REALIZADO CONTRA <i>Artêmia Salina</i> 67	
	CONCLUSÃO	79
	REFERENCIAS.....	80
	ANEXOS	90

1 INTRODUÇÃO

Infecções fúngicas, especialmente causadas por gêneros como *Candida spp.* e *Aspergillus spp.*, desafiam os sistemas de saúde com patologias graves. As infecções fúngicas invasivas representam uma importante causa de morbidade e mortalidade em pacientes hospitalizados e na população imunocomprometida (SULEYMAN; ALANGADEN, 2021), destacando a necessidade urgente de desenvolver novos tratamentos eficazes.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, patógenos fúngicos como *Cryptococcus neoformans*, *Aspergillus fumigatus*, *Candida auris* e *Candida albicans*, classificados como de "prioridade crítica", estão se tornando uma preocupação global devido ao aumento de sua resistência a tratamentos e sua ampla distribuição. Este fenômeno é agravado por fatores como mudanças climáticas e intensificação do comércio e viagens globais. Além disso, observou-se um crescimento nas ocorrências de infecções fúngicas invasivas em pacientes hospitalizados durante a crise da COVID-19 (OMS, 2022).

Em um contexto em que aproximadamente 300 espécies fúngicas podem causar doenças em mamíferos (ROILIDES; IOSIFIDIS, 2019; SHARMA *et al.*, 2019), a resistência crescente aos antifúngicos convencionais torna essa necessidade ainda mais premente. Enquanto *Candida spp.* são frequentemente associadas a infecções invasivas, *Aspergillus spp.*, como indicado por Pitt (1994) e Seyedmousavi *et al.* (2015), compreendem espécies comumente encontradas em diversos ambientes, algumas das quais são patógenos oportunistas para humanos, representando um risco particular para indivíduos imunocomprometidos.

Um aspecto alarmante no cenário atual é a crescente resistência clínica e microbiológica de isolados de *Candida spp.* a vários agentes antifúngicos, um problema sério identificado por Magaldi *et al.* (2004) e que continua a se intensificar. As infecções fúngicas, como destacado por Lee *et al.* (2021), são contribuintes significativos para as mortes relacionadas a doenças infecciosas em todo o mundo, com espécies de *Candida spp.* representando as causas mais comuns de doenças micóticas invasiva, mas o surgimento de espécies resistentes, como *Candida auris* e *Candida glabrata*, representa uma ameaça crescente ao limitado arsenal de antifúngicos disponíveis.

As plantas medicinais surgem como alternativas, particularmente a *Musa spp.*, comumente conhecida como banana, emergem como uma potencial fonte de novos agentes antifúngicos. Variedades como a Prata e a Cavendish são amplamente cultivadas no Brasil e desempenham um papel significativo tanto na agricultura quanto na medicina popular, sendo diversas partes da planta utilizadas no tratamento de condições como diarreia, úlceras e diabetes (NIRMALA *et al.*, 2012. EMBRAPA, 2019).

A *Musa spp.* possui uma rica composição fitoquímica, contendo taninos condensados e hidrolisáveis, flavonoides, saponinas e catequinas (DA SILVA *et al.*, 2022). Sua inflorescência, frequentemente subutilizada, demonstrou possuir uma gama impressionante de atividade biológicas, incluindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (PEREIRA & MARASCHIN, 2014; ARA *et al.*, 2019). Pesquisas sugerem que seus extratos podem fornecer novas abordagens para o tratamento de patógenos resistentes, sublinhando seu potencial para aplicações terapêuticas inovadoras (AYOOLA-ORESANYA *et al.*, 2020; VALSALAM *et al.*, 2019).

Diante disso, o estudo objetiva caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar a atividade antifúngica, antioxidante e o potencial tóxico *in vitro* de extrato hidroalcolico de inflorescências de bananeiras (*Musa spp.*) variedades de maçã comum e híbridas.

1.2 JUSTIFICATIVA

A busca por novos agentes antifúngicos tem se tornado cada vez mais premente diante do crescente desafio representado pela resistência fúngica. O uso intensivo de antifúngicos convencionais levou ao surgimento de cepas multirresistentes, exacerbando a necessidade de novas classes de medicamentos. Neste contexto, as plantas medicinais emergem como uma fonte promissora para o desenvolvimento de novos tratamentos. Historicamente, tais plantas têm sido aplicadas na medicina tradicional não só para tratar infecções bacterianas, mas também para combater doenças fúngicas em humanos e animais, como evidenciado por Mishra *et al.* (2020).

Estudos recentes corroboram essa perspectiva, revelando a eficácia de vários extratos de plantas medicinais contra uma gama diversificada de fungos patogênicos. Exemplos incluem *Candida albicans*, diversas espécies de *Aspergillus*, *Trichophyton*, *Microsporum*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Epidermophyton* e *Rhodotorula rubra*. Nigussie

et al. (2021) destacaram tais atividades antifúngicas, demonstrando o potencial destes extratos vegetais. Complementarmente, pesquisas como a conduzida por Karadi *et al.* (2011) mostram resultados promissores, como no caso da *Musa paradisiaca*. Neste estudo, foi utilizada a técnica de difusão em ágar com discos de papel, que revelou zonas significativas de inibição contra *C. albicans*, *C. tropicalis* e *A. niger*. Tais descobertas sublinham a viabilidade de extratos de plantas medicinais como candidatos a novos medicamentos antifúngicos, reforçando a necessidade urgente de explorar e desenvolver esses recursos naturais como alternativas terapêuticas frente aos desafios impostos pela resistência fúngica.

2. OBJETIVOS

2.1.1 OBJETIVO GERAL

Caracterizar o perfil fitoquímico e avaliar a atividade antifúngica, antioxidante e o potencial tóxico *in vitro* do extrato hidroalcolólico de inflorescências de bananeiras (*musa spp.*) variedades de maçã comum e híbridas

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar extração de diversas inflorescências através do método a frio;
- Identificar metabólitos secundários das inflorescências de *Musa spp.*;
- Estabelecer o perfil cromatográfico dos extratos das inflorescências de *Musa spp.*;
- Determinar a atividade antifúngica dos extratos das inflorescências de *Musa spp.* Sobre fungos leveduriformes e filamentosos;
- Investigar o poder antioxidante redutor férrico (FRAP) dos extratos;
- Avaliar o potencial citotóxico dos extratos através do bioensaio contra *Artêmia Salina*.

2.1.3 HIPÓTESE

- É provável que as inflorescências de *Musa spp.* contenham uma gama diversificada de metabólitos secundários, incluindo compostos fenólicos, alcaloides e triterpenos, refletindo sua complexa interação bioquímica com o ambiente.
- É possível que os extratos das inflorescências de *Musa spp.* apresentem um perfil cromatográfico único, demonstrando a presença de compostos específicos que podem ser correlacionados com atividades biológicas distintas.
- Os extratos das inflorescências de *Musa spp.* podem possuir propriedades antifúngicas efetivas contra fungos leveduriformes e filamentosos, devido à presença de compostos bioativos específicos nas inflorescências.
- É esperado que os extratos das inflorescências de *Musa spp.* demonstrem uma capacidade antioxidante significativa, atribuível aos seus metabólitos secundários, que podem atuar na redução do íon férrico.

- Acredita-se que a atividade citotóxica dos extratos hidroalcoólicos das inflorescências de bananeira (*Musa spp.*) pode variar, sendo importante avaliar se esta atividade é expressiva ou não, baseado em dados existentes e experimentação *in vitro*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 *MUSA SPP.*

3.1.1 ORIGENS, PROPRIEDADES MEDICINAIS E POTENCIAL TERAPÊUTICO

A família Musaceae é amplamente reconhecida por abrigar algumas das frutas mais significativas em todo o mundo, como as bananas e plátanos (CHRISTELOVÁ *et al.*, 2011). Enquanto as bananas, identificadas cientificamente como *Musa spp.*, têm origens asiáticas, os plátanos (*M. paradisiaca*), que resultam da combinação de *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, predominam na África, especialmente nas regiões centrais e ocidentais (EMBRAPA, 2019; PLOETZ *et al.*, 2007).

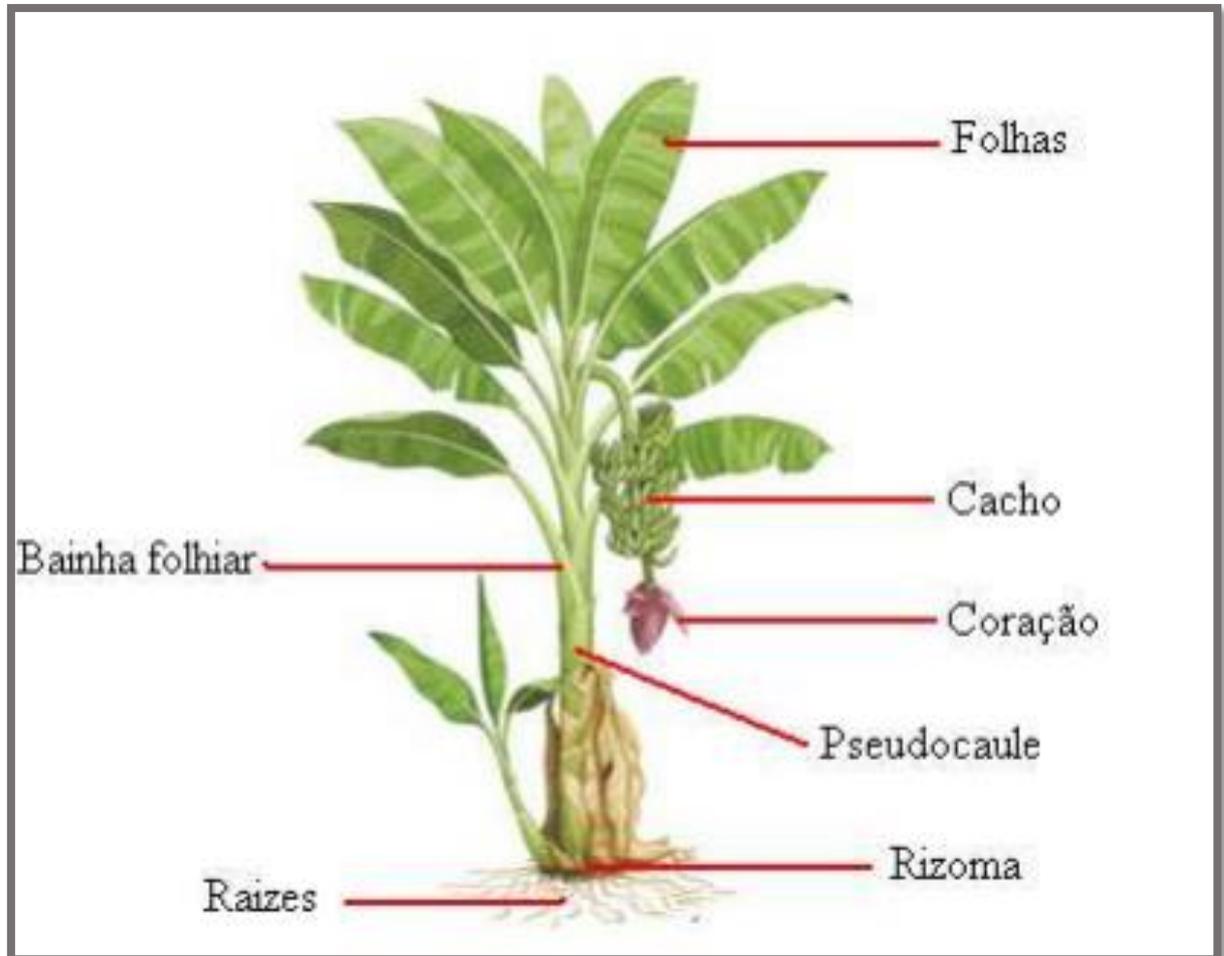
A presença destes frutos na América Latina, frequentemente associada ao histórico comércio de escravos, contrasta com o cenário brasileiro, onde as variedades de bananas mais cultivadas são Prata (como Pacovan e Prata-anã), Maçã e Cavendish. Em contraste, os plátanos mais comuns são Terra Maranhão, D'Angola e Terrinha (EMBRAPA, 2019).

Além de sua importância alimentar, no âmbito da medicina tradicional, várias partes da planta *Musa spp.*, incluindo suas folhas, frutos, inflorescências, raízes, cascas e caules (Figura 1), são empregadas no manejo de diversas condições de saúde, como diarreia, úlceras, dores, inflamações e diabetes mellitus (NIRMALA *et al.*, 2012). Esse uso medicinal é extensivo, sendo observado em diversas culturas ao redor do mundo, especialmente em regiões como América, Ásia, Oceania, Índia e África, segundo Tsamo *et al.*, 2015.

Além disso, estas plantas, em particular as bananas, são valorizadas não apenas por sua rica composição de compostos bioativos, mas também por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antidiabéticas. Esses compostos bioativos, concentrados principalmente na casca e na polpa do fruto, incluem polifenóis, carotenoides, biotina, vitamina C, e outros micronutrientes, associados a uma variedade de benefícios para a saúde, conforme discutido por Pereira & Maraschin, 2014. Complementarmente, estudos como os de Mathew & Negi (2017) e Rao *et al.* (2016) evidenciaram a presença de substâncias químicas

bioativas, tais como glicosídeos e ácidos, incluindo ácido málico e ácido oxálico, em elevadas concentrações nas bananas.

Figura 1 - Bananeira (*Musa spp*).



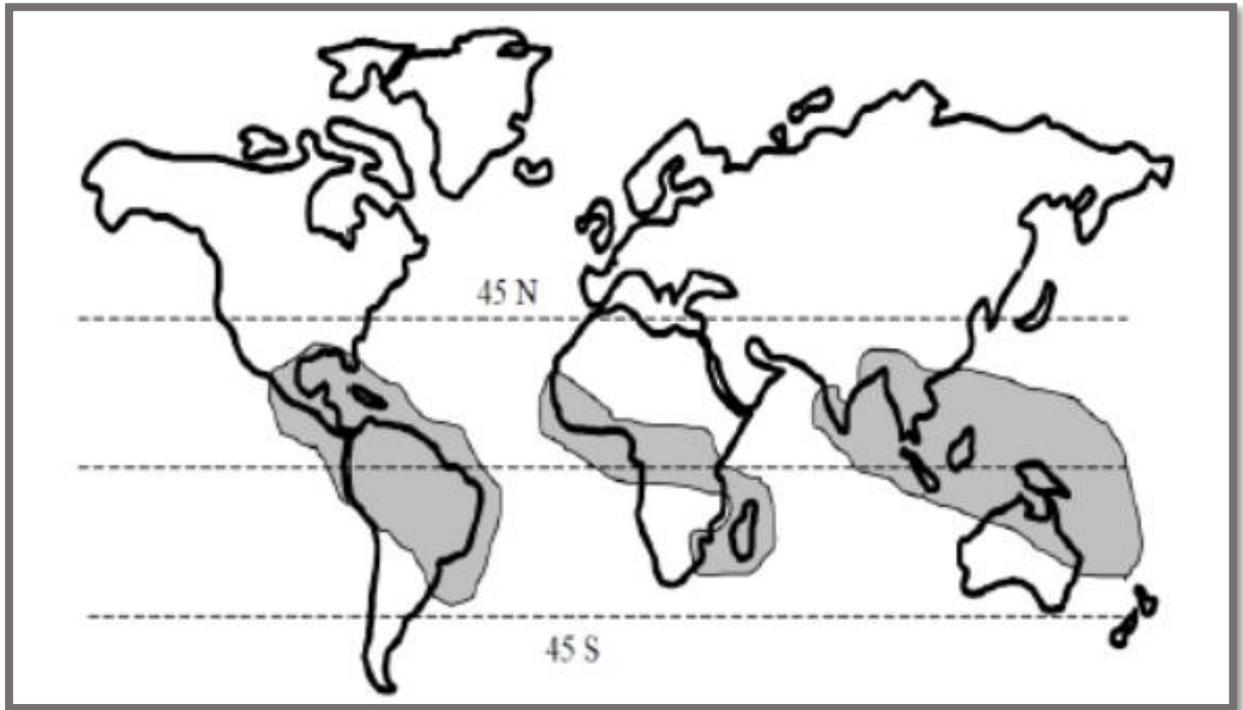
Fonte: Adaptado de LEÃO; LEITE; ALVES (2017).

3.1.2 CULTIVO, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONSUMO GLOBAL DA BANANEIRA

O cultivo da bananeira, um cultivo tipicamente tropical, é predominantemente realizado entre as latitudes de 30° S e 30° N do Equador, com condições ideais entre 15° ao Sul e ao Norte. No Brasil, a bananeira é cultivada em todos os estados, adaptando-se a uma ampla variedade de ecossistemas. Embora as condições ideais para seu crescimento incluam climas tropicais com temperaturas entre 15°C e 35°C (**Figura 2**), e preferencialmente 18°C à noite e 25°C durante o dia, a bananeira também pode ser cultivada em regiões subtropicais frias ou trópicos semiáridos, embora temperaturas extremas e falta de água possam limitar sua produtividade. Geralmente, quanto mais próximo do Equador, melhores são as condições climáticas

para o cultivo, dada a necessidade da planta por calor constante, umidade elevada e chuvas bem distribuídas (SOTO BALLESTERO, 1992; MOREIRA, 1999; ALVES, 1999; SILVA *et al.*, 2013).

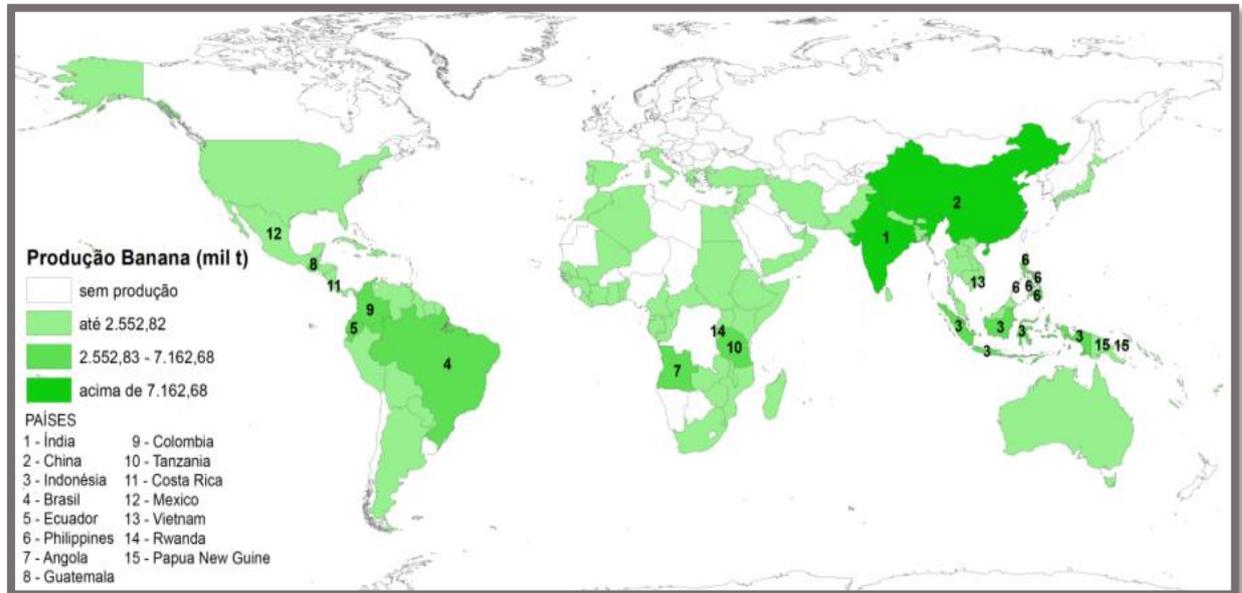
Figura 2 - Distribuição da Cultura de Banana no Mundo.



Fonte: Adaptado de Vieira (2011, p. 3).

A banana é amplamente consumida globalmente, seja *in natura* ou em várias formas processadas como fritas, assadas, doces e chips. Em 2017, a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e a Agricultura) reportou que a banana é produzida em 128 países, sendo uma das frutas mais populares mundialmente (Figura 3).

Figura 3 - Distribuição Espacial da Produção Mundial de Banana.



Fonte: Adaptado de FAO - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE BANANA (2017).

3.1.3 DIVERSIDADE E MELHORAMENTO GENÉTICO

O gênero *Musa*, da família Musaceae, abrange mais de 50 espécies com várias subespécies, divididas taxonomicamente em cinco seções distintas. *Callimusa* e *Rhodochlamys* são conhecidas por seu uso ornamental. A seção *Ingentimusa* se destaca por ter apenas uma espécie, *Musa ingens*. Já a seção *Australimusa* inclui a banana comestível *Musa maclayi* e a *Musa textilis*, cultivada para produção de fibras. No entanto, a seção *Eumusa* é a mais significativa, contendo a maioria dos cultivares de banana utilizados na agricultura. Esta seção abriga dez espécies, como *Musa acuminata* e *Musa balbisiana*, que são fundamentais para a produção comercial de bananas (APARECIDA; DIAS; SOUZA, 2002; RIBEIRO, 2010).

Estudos genéticos revelam que variedades como *Musa paradisíaca* e *Musa sapientum* são, na realidade, híbridos, e não espécies separadas. Esta classificação é baseada em grupos com 10 ou 11 cromossomos. As formas diplóides de *Musa acuminata* (genoma A) cruzadas com *Musa balbisiana* (genoma B) originaram híbridos comestíveis diplóides (AA, AB, BB) e triplóides (AAA, AAB, ABB). A complexidade aumenta com a ocorrência de tetraploidia (AAAA, AAAB, AABB, ABBB) e a possível contribuição de uma terceira espécie silvestre, indicando um papel significativo da intervenção humana na diversificação desses híbridos, complicando assim a

nomenclatura das bananas (SIMMONDS; SHEPHERD, 1955; MARTINS *et al.*, 2005; CASTRO; KLUGE; SESTARI, 2008; SANTOS, 2012).

No contexto da complexidade genética do gênero *Musa*, esforços significativos estão sendo realizados para desenvolver bananeiras geneticamente aprimoradas. A EMBRAPA, no Brasil, e a Fundação de Pesquisa de Honduras Agrícola são líderes nesta área, desenvolvendo híbridos tetraploides (AAAB), como FHIA 17 (AAAA) e FHIA 18 (AAAB). Estes novos híbridos, projetados para resistir a patógenos como *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, *Mycosphaerella musicola* e *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, oferecem uma dupla vantagem: são resistentes a nematoides e fungos, reduzindo a dependência de fungicidas, e conseqüentemente, melhoram a qualidade dos produtos ao diminuir o uso de produtos químicos nos cultivares (NOMURA *et al.*, 2020).

A BRS Pacoua é uma variedade de bananeira tipo Pacovan, desenvolvida pela Embrapa Mandioca e Fruticultura, recomendada principalmente para a região Norte do Brasil, especialmente o Pará. Caracteriza-se pela resistência ao despencamento dos frutos e alta rusticidade, qualidades valorizadas na agricultura familiar. Comumente utilizada em sistemas agroflorestais, a BRS Pacoua é frequentemente consorciada com culturas como pimenta-do-reino, guaraná, cupuaçu e cacau. Esta variedade é popular para consumo in natura e possui boa aceitação comercial no Pará.

A cultivar de bananeira BRS Vitória destaca-se por sua resistência a doenças-chave como Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e mal-do-Panamá, além da antracnose em pós-colheita. Estas características oferecem vantagens econômicas significativas para os produtores. A BRS Vitória tem alta qualidade de frutos com maior vida de prateleira, tornando-a comercialmente atrativa. Seus frutos, quando maduros, apresentam casca amarelo-intensa, polpa creme, sabor adocicado e menor acidez comparada à cultivar Prata Comum, o que a torna atraente para os consumidores.

A cultivar também se destaca pela alta produtividade, ultrapassando 44 toneladas por hectare a partir do segundo ciclo em condições ideais de cultivo, e se adapta bem a diferentes espaçamentos de plantio. Sua resistência às principais doenças da bananeira, incluindo o mal-do-Panamá e as Sigatokas, é particularmente valiosa, considerando que estas doenças podem causar perdas significativas na produção. A BRS Vitória, resistente e produtiva, atende à demanda por bananas no

Estado do Amazonas e é uma alternativa viável para expandir a bananicultura em áreas afetadas por estas doenças.

3.1.4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A banana é um alimento energético consumido mundialmente em sua forma verde ou madura devido ao seu valor nutricional (Tabela 1), oferecendo açúcares, ácidos graxos poliinsaturados, esteróis, minerais como potássio, e vitaminas como pró-vitamina A e vitaminas B1, B2 e C. Além disso, é rica em compostos bioativos, incluindo glicosídeos e ácidos como málico e oxálico. O aquecimento a 65°C por 30 minutos pode reduzir a atividade enzimática da polpa sem degradar os fenólicos totais (Arinzechukwu & Nkama, 2019; Mathew & Negi, 2017; Rao *et al.*, 2016; Bazaz *et al.*, 2018).

Tabela 1 - Composição Química da *Musa spp.*

Parâmetro	Conteúdo (g)
Energia	371kJ (89kcal)
Umidade	65,5–75,3
Proteína	0,9–4,9
Lipídios	0,3–2,9
Fibra bruta	1,6–2,9
Açúcares	23,9–43,8
Cinzas	0,9–2,22
Vitaminas	mg (valor diário recomendado)
Ácido pantotênico	0,334 (7%)
Piridoxina	0,4 (31%)
Colina	9,8 (2%)
Vitamina C	8,7 (10%)
Minerais	mg
Magnésio	27 (8%)
Fósforo	22 (3%)
Potássio	358 (8%)
Sódio	1 (0%)
Zinco	0,15 (2%)

Fonte: Adaptado de KOOKAL; THIMMAIAH (2018); DOTTO; MATEMU; NDAKIDEMI (2019).

3.1.5 PERFIL DE CONSTITUINTES BIOATIVOS

Os componentes bioativos da banana, categorizados em polifenóis, fitoesteróis, triterpenoides, ácidos graxos e fibras, são associados a uma ampla gama de atividades biológicas benéficas. Os polifenóis, incluindo ácidos hidroxibenzóicos como o gálico e hidroxicinâmicos como o cafeico, juntamente com flavonoides como

catequinas e flavonóis como quercetina, são reconhecidos por suas propriedades antioxidantes e atividades antidiabéticas. Estes compostos também exibem atividades citotóxicas e induzem apoptose, além de possuírem efeitos antimicrobianos e anti-inflamatórios. Os fitoesteróis e triterpenoides, incluindo compostos como β -sitosterol e lupeol, contribuem para a proteção cardiovascular, enquanto os ácidos graxos, como o oleico e o linoleico, e as fibras solúveis e insolúveis complementam o perfil nutricional e terapêutico da banana, reforçando seu valor em dietas saudáveis e na prevenção de doenças (LAU *et al.*, 2020; AJIJOLAKEWU *et al.*, 2021).

3.2 INFLORESCÊNCIA DE *MUSA SPP.*

3.3.1 DESCRIÇÃO, USO CULINÁRIO E POTENCIAL BIOATIVO

A estrutura conhecida como inflorescência da bananeira, frequentemente referida por nomes como “umbigo”, “banana flor”, “coração de bananeira” e “botão floral”, engloba flores masculinas envolvidas por brácteas de cor vermelho-púrpura característica (Figura 5) (RODRIGUES, 2020; ROSA *et al.*, 2020; PANYAYONG; SRIKAEAO, 2022).

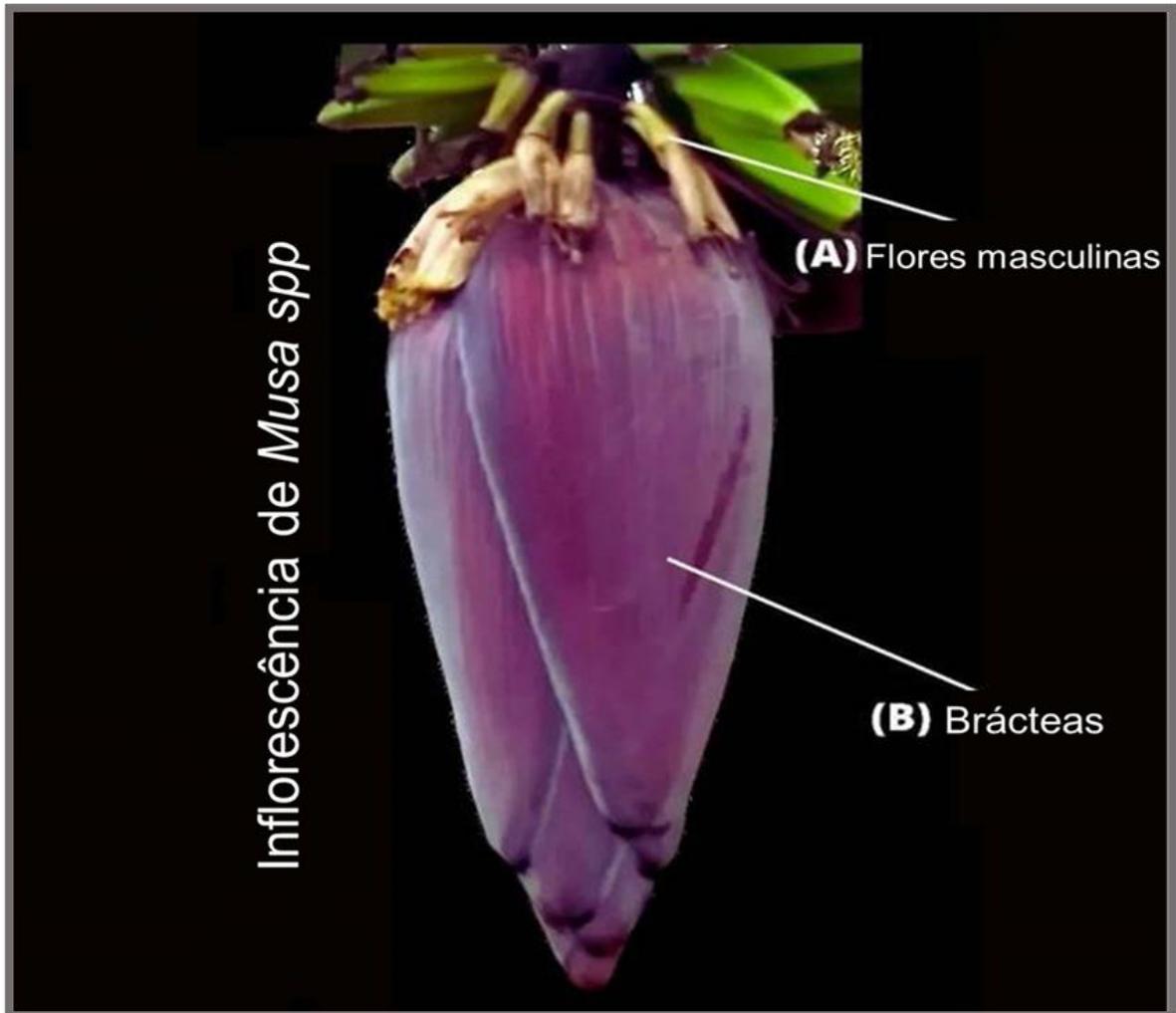
No cultivo de bananas, a bráctea é removida para favorecer os frutos, tornando a inflorescência um resíduo comum da bananicultura (RODRIGUES, 2020; SHENG *et al.*, 2011). Embora, muitos agricultores a descartem na colheita, em países asiáticos, ela é um ingrediente comum na culinária. No Brasil, por outro lado, seu uso é mais típico em áreas rurais, em petiscos ou saladas, aliado a fatores socioeconômicos (FINGOLO *et al.*, 2012; KHANUM *et al.*, 2000). Além disso, considera-se que o consumo de flores cozidas tem grande potencial para o controle do diabetes (KUMAR* *et al.*, 2012).

Com o passar do tempo, diversas pesquisas exploraram os impactos biológicos da inflorescência. Essas investigações revelaram várias propriedades, incluindo efeitos galactagogos (MAHMOOD; OMAR; NGAH, 2012), anti-inflamatórios (LEE, K. H. *et al.*, 2011), antioxidantes (AHMAD, Bashir Ado *et al.*, 2015) e anti-hiperglicêmicos (JAWLA; KUMAR; KHAN, 2012).

Estudos mais recentes reforçam essas descobertas, indicando que o extrato da inflorescência da bananeira possui propriedades antidiabéticas e antilipidêmicas

(ARA; TRIPATHY; GHOSH, 2019; VILHENA *et al.*, 2020). Além do mais, as brácteas de bananeira são ricas em fibras e possuem propriedades antioxidantes, tornando-se uma alternativa econômica para a obtenção de compostos bioativos (BEGUM; DEKA, 2019; K. B. *et al.*, 2019).

Figura 4 - Inflorescência de *Musa spp.*



* (A) Flores masculinas e (B) Brácteas.

Fonte: Adaptado de REZENDE FERREIRA *et al.*, 2023.

3.3.2 COMPOSTOS CARACTERIZADOS E ATIVIDADES BIOLÓGICAS COMPROVADAS

A presença de constituintes químicos nas inflorescências de *Musa spp.* é notável, com destaque para os flavonoides, cuja caracterização, conforme estudos de Ganugapati, Baldwa e Lalani (2012), revelou uma diversidade de compostos com propriedades antioxidantes significativas. Esses fitoquímicos, particularmente abundantes nas brácteas das flores, incluem subgrupos como as antocianinas e as

flavanonas. As antocianinas contribuem para as cores vibrantes e oferecem proteção às plantas, ao mesmo tempo em que proporcionam benefícios cardiovasculares e melhorias na visão para quem as consome. As flavanonas, especificamente a naringenina e a hesperetina, foram identificadas nas flores de *Musa spp.* e são reconhecidas por seu alto potencial antioxidante, conforme descrito por Ren *et al.* (2016) e Sharma *et al.* (2015). Além disso, esses compostos têm um papel terapêutico no tratamento do diabetes e na prevenção de suas complicações, demonstrando o valor terapêutico das inflorescências de *Musa spp.* e justificando a crescente pesquisa em suas aplicações farmacêuticas e nutracêuticas.

As inflorescências de *Musa spp.* são também uma rica fonte de ácidos fenólicos, uma gama de compostos que inclui ácido gálico, catecol, ácido protocatecuico, ácido gentísico, ácido vanílico, ácido cafeico, ácido siríngico, ácido p-cumárico, ácido ferúlico e epicatequina. Estes ácidos fenólicos demonstraram ser eficazes como inibidores de α -amilase e aldose redutase, conforme relatado por Alim *et al.* (2017) e Tundis, Loizzo e Menichini (2010), desempenhando um papel crucial na redução dos níveis glicêmicos. Esta propriedade destaca o potencial terapêutico das flores de *Musa spp.* na gestão do diabetes, enfatizando a importância destes compostos na modulação de processos metabólicos e no controle glicêmico.

Além dos ácidos fenólicos, as flores de *Musa spp.*, especificamente *Musa paradisiaca* e *Musa balbisiana*, são caracterizadas pela presença de terpenoides significativos. Estes incluem compostos como seringina, álcool benzílico glicosídeo, (65R)-roseosídeo, 1,1 álcool dimetilalílico β -glicosídeo, 3'1-norcicloandenona, cicloartenol e (24R)-4 α , 24 trimetil-5 α -colesta-8,25(27)-dien-3 β -ol. Estes terpenoides mostraram ser eficazes como inibidores de α -glicosidase e α -amilase, sugerindo um potencial terapêutico na regulação da digestão de carboidratos e no controle de níveis de açúcar no sangue. A descoberta desses compostos em *Musa spp.* expande o entendimento das capacidades bioativas da planta, abrindo caminhos para novas aplicações farmacológicas e nutricionais.

De maneira complementar, a *Musa spp.* mostra-se promissora como fonte de compostos antimicrobianos e fitoquímicos que poderiam ser integrados na medicina moderna, como sugerido por Ajjolakewu *et al.*, 2021 e Mostafa *et al.*, 2021 (Tabela 2).

Tabela 2 - Compostos Antimicrobianos Identificados

Parte da planta	Composto	Ação	Referência
Óleo de Banana	1-Nonadecene, β -cariofileno	Antimicrobiana	Fehim <i>et al.</i> (2019)
	Ácido 1,2-benzenodicarboxílico, δ -3-Carene, β -Myrcene	Antifúngica	
Fruto de Banana	Ácido Tetradecanóico, Ácido Hexadecanóico, DL – Limoneno, Epicatequina	Antibacteriana	Pereira & Maraschin (2015)
Casca de Banana	Galocatequina, Dopamina	Antibacteriana	Vu <i>et al.</i> (2018)
	Ácido ferúlico, ácido gálico, ácido clorogênico, ácido hidroxibenzóico, ácido málico	Antimicrobiana	Suleria <i>et al.</i> (2020)
Pseudocaule de Banana	Ácido gentísico, ácido málico	Antimicrobiana e Antifúngica	Mokbel & Hashinaga (2005)
	(+)-Catequina, Ácido Cinâmico, Ácido Caféico	Antimicrobiana	Kandasamy & Aradhya (2011)
	Protocatechuic acid	Antibacteriana	
Flor de Banana	Lupeol, Umbeliferona	Antimicrobiana	Chiang <i>et al.</i> (2020)

Fonte: Adaptada de MOSTAFA (2021).

3.3 FUNGOS

3.3.1 CLASSIFICAÇÃO

Os fungos geralmente apresentam dois modos de crescimento, semelhante a levedura ou filamentosos, enquanto os fungos dimórficos, mediante estímulos ambientais, são capazes de alternar entre o modo de crescimento semelhante a levedura e o modo de crescimento filamentosos (WENDLAND, 2001).

O reino Fungi representa um dos clados mais diversificados entre os eucariotos em ecossistemas terrestres, desempenhando funções ecológicas fundamentais que vão desde a decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes até formarem associações tanto benéficas quanto antagônicas com plantas e animais. Historicamente, a compreensão das relações evolutivas dentro deste reino tem sido desafiadora, mas os avanços na filogenética molecular e filogenômica têm ampliado

significativamente o entendimento sobre os padrões e processos evolutivos dos fungos (LOGUERCIO-LEITE *et al.*, 2006; SPATAFORA *et al.*, 2017).

Na classificação tradicional, os fungos são divididos em quatro grupos principais com base em características morfológicas relacionadas à reprodução: Chytridiomycetes, Zygomycetes, Ascomycetes e Basidiomycetes. Os Chytridiomycetes são conhecidos como fungos zoospóricos, caracterizados pela produção de zoósporos com um flagelo liso e único. Os Zygomycetes, por sua vez, são predominantes na reprodução assexuada por esporângios e notáveis pela conjugação gametangial resultando em zigosporos e hifas cenocíticas. Já Ascomycetes e Basidiomycetes são diferenciados pela formação de ascos e basídios, respectivamente, e apresentam hifas septadas e uma fase dicariótica em seus ciclos de vida. Essas classificações são fundamentadas por estudos recentes que destacam a evolução e a diversidade dentro do reino Fungi (SPATAFORA *et al.*, 2017).

3.3.2 CÂNDIDA SPP.

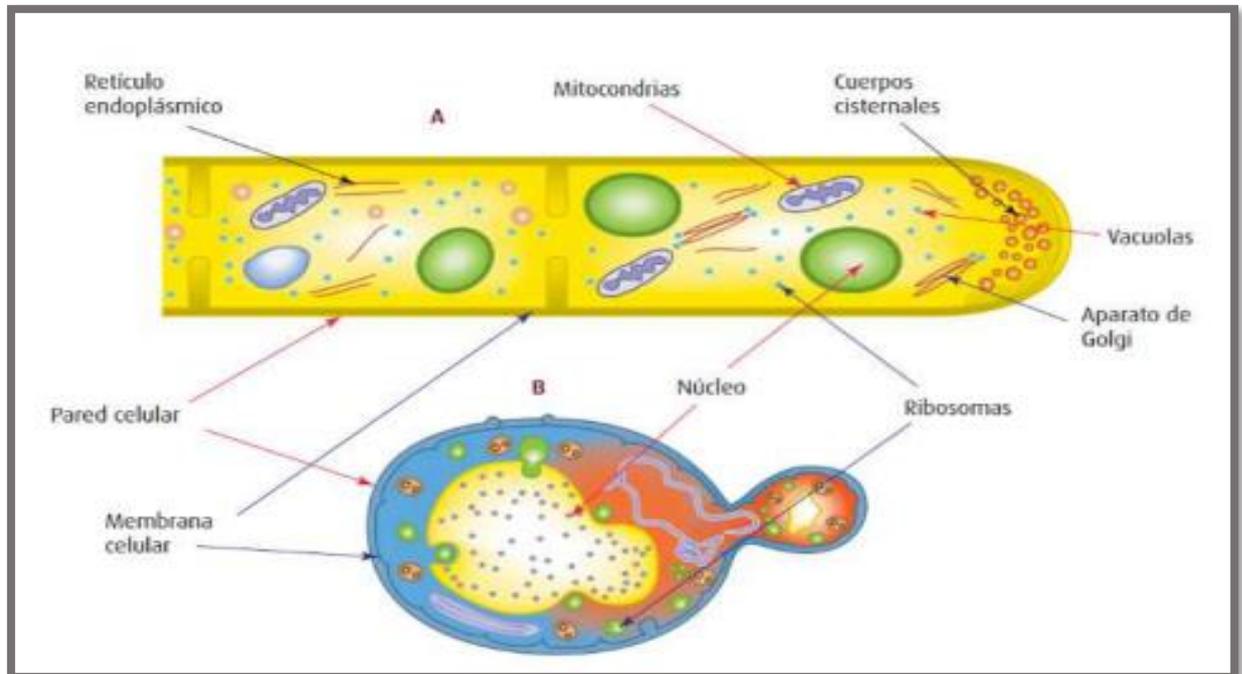
Fungos, que englobam espécies como *Candida albicans*, são componentes habituais da flora humana e costumam ser inofensivos em indivíduos saudáveis. Estes eucariotos exibem uma variedade morfológica (Figura 5), sendo alguns unicelulares, conhecidos como leveduras, e outros pluricelulares, conhecidos como filamentosos, que podem até formar estruturas macroscópicas como cogumelos (ROCHA *et al.*, 2021).

Fisiologicamente, certos fungos são dimórficos, alternando entre formas de levedura e filamentosas em resposta a variações ambientais. Possuem núcleos bem estruturados e todas as características típicas das células eucarióticas, incluindo mitocôndrias e retículo endoplasmático. A membrana celular contém ergosterol, exceto em algumas espécies como *Pneumocystis spp.* Além disso, o gênero *Candida*, em condições ótimas, cresce como blastoconídios e apresenta uma parede celular de quitina e uma membrana citoplasmática rica em proteínas enzimáticas (BONIFAZ, 2015).

Além disso, as espécies do gênero *Candida* são caracterizadas por uma série de fatores de virulência que contribuem para sua capacidade patogênica. Esses incluem a produção de enzimas hidrolíticas, a expressão de proteínas adesivas e invasivas, o fenômeno de tigmotropismo, a atividade de bombas de efluxo, a

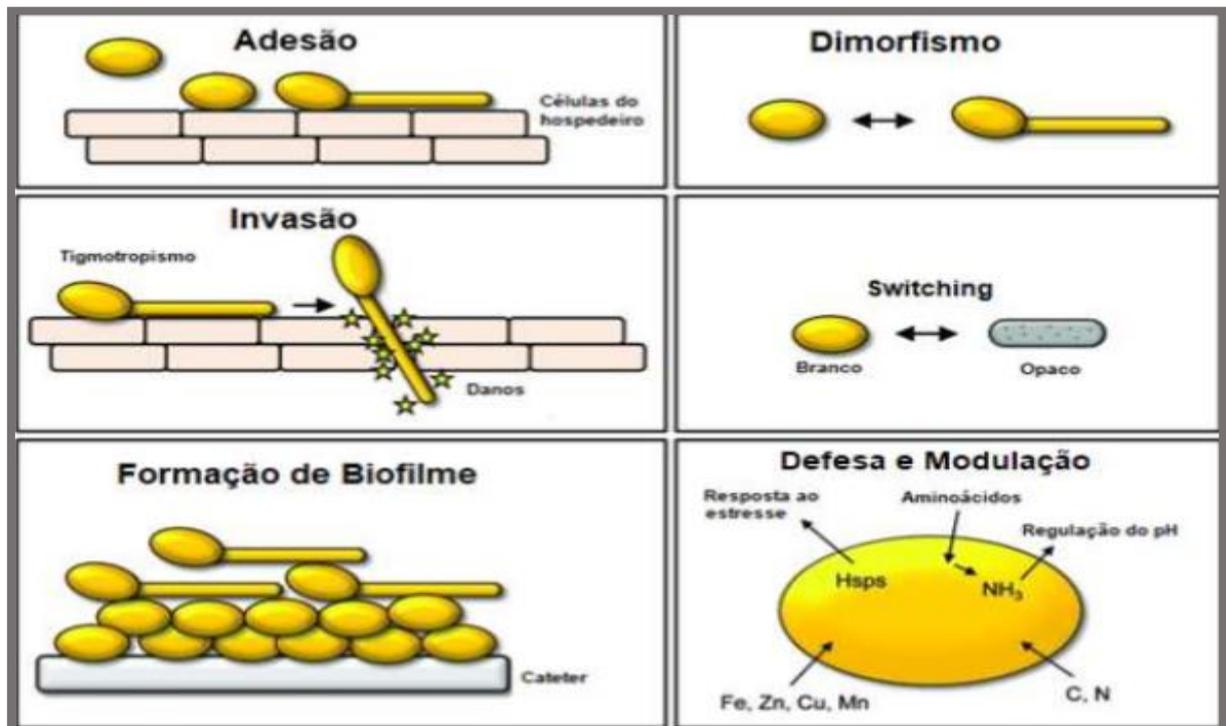
habilidade para formar biofilmes e uma morfologia celular versátil (Figura 6) (MAYER; WILSON; HUBE, 2013).

Figura 5 - Célula fúngica fragmento de hifa A e levedura B



Fonte: BONIFAZ (2015)

Figura 6 - Esquema representativo dos principais fatores de virulência do gênero *Candida*



Fonte: Adaptado de MAYER; WILSON; HUBE (2013)

3.3.3 ASPERGILLUS SPP.

Os fungos do gênero *Aspergillus spp.* são predominantemente encontrados como organismos filamentosos no solo, em vegetação em decomposição e em uma variedade de sementes e grãos, onde atuam como saprófitas. Embora a maioria das espécies de *Aspergillus spp.* seja comumente encontrada em diversos ambientes e substratos ao redor do mundo, algumas são conhecidas por serem patógenos oportunistas para os seres humanos, conforme indicado por Pitt (1994) e Seyedmousavi *et al.* (2015). Conforme Kwon-Chung e Sugui (2013) apontam, essas espécies são ubíquas e presentes durante todo o ano.

Entre as espécies de *Aspergillus*, algumas são especialmente notórias por sua capacidade de causar doenças em humanos. *Aspergillus fumigatus*, por exemplo, é a principal espécie responsável pela aspergilose invasiva (AI), uma condição potencialmente letal. Este fungo saprofítico é onipresente e uma exposição diária para humanos em grande parte do mundo. A infecção ocorre principalmente por meio da inalação de conídios, que são prontamente eliminados por um sistema imunológico saudável. No entanto, em indivíduos com imunidade comprometida, estes conídios podem levar a uma doença invasiva, como descrito por Kwon-Chung e Bennett em 1992 (KWON-CHUNG; BENNETT, 1992).

3.3.4 RESISTÊNCIA FÚNGICA

As infecções fúngicas (IFs) constituem um problema de saúde global significativo, afetando mais de um bilhão de pessoas anualmente e contribuindo para aproximadamente 1,7 milhão de mortes por ano (KAINZ *et al.*, 2020). Essas infecções, muitas vezes negligenciadas, têm impactos substanciais que são frequentemente subestimados no contexto da saúde pública global.

O aumento contínuo de infecções fúngicas pode ser atribuído a diversos fatores sociais e médicos. O uso prolongado e profilático de medicamentos antifúngicos em pacientes de alto risco tem fomentado o desenvolvimento de cepas de fungos multirresistentes, incluindo a cepa extremamente virulenta *Candida auris*, tornando as IFs uma ameaça crescente e grave (KAINZ *et al.*, 2020). Este cenário é exacerbado pelo fato de que as doenças transmissíveis, como evidenciado pela atual pandemia

de COVID-19, continuam a ser uma das principais causas de mortalidade mundial, realçando nossa vulnerabilidade contínua a tais doenças.

Especificamente, as leveduras, como as espécies patogênicas *Candida albicans* e *Candida glabrata*, têm demonstrado uma capacidade notável de desenvolver resistência contra agentes fungicidas. Isso foi observado tanto em experimentos de microevolução *in vitro* quanto *in vivo* (PAIS *et al.*, 2019). A resistência de *C. glabrata* aos tratamentos azólicos é particularmente preocupante, pois esses medicamentos são comumente a primeira linha de defesa contra a maioria das espécies de *Candida spp.*, devido ao seu perfil de segurança e disponibilidade em formulações orais e intravenosas (OSTROSKY-ZEICHNER *et al.*, 2010; PETRIKKOS; SKIADA, 2007). Além disso, a natureza fungistática dos azóis impõe uma forte seleção direcional para a evolução da resistência.

A resistência a *Candida spp.* tem aumentado, exacerbada pela maior probabilidade de infecções por *Candida* e pelo uso intensivo de medicamentos antifúngicos (CAROLUS *et al.*, 2020). Esta crescente resistência antifúngica, juntamente com suas bases moleculares, tem despertado um interesse significativo na comunidade científica. O entendimento detalhado dos mecanismos de ação e resistência dos medicamentos antifúngicos é crucial, especialmente em vista do cenário desafiador apresentado pela resistência emergente e a prevalência crescente de infecções fúngicas.

A prevalência de infecções fúngicas oportunistas, especialmente causadas por *Candida spp.*, é uma preocupação crescente na microbiota humana. Esses microrganismos podem causar infecções em indivíduos saudáveis e infecções potencialmente fatais, como a candidíase invasiva (CI), em pessoas com sistemas imunológicos enfraquecidos, incluindo pacientes com HIV, câncer em tratamento quimioterápico e indivíduos sob medicação imunossupressora (RICHARDSON; RICHARDSON, 2017). A CI é particularmente alarmante, com uma taxa de mortalidade de cerca de 42% nos casos registrados, apesar do uso de tratamentos antifúngicos (RUIZ-CAMPS; CUENCA-ESTRELLA, 2009; DE OLIVEIRA SANTOS *et al.*, 2018; AHMAD *et al.*, 2019).

Os medicamentos antifúngicos mais utilizados para tratar a CI incluem azóis (como fluconazol, itraconazol, voriconazol, posaconazol e isavuconazol), polienos (como anfotericina B) e equinocandinas (como caspofungina, micafungina e anidulafungina). Cada classe de antifúngicos tem um mecanismo de ação distinto: os

azóis interferem na formação de ergosterol, componente crucial das membranas fúngicas; as equinocandinas inibem a formação de 1,3- β -D-glucano nas paredes celulares fúngicas; e os polienos interagem com ergosterol nas membranas celulares fúngicas (DE OLIVEIRA SANTOS *et al.*, 2018; CUENCA-ESTRELLA, 2014).

A situação é ainda mais complicada pelo fato de que os azóis são ineficazes contra infecções associadas a biofilmes, um problema significativo de saúde pública, especialmente devido ao uso crescente de dispositivos médicos (MUKHERJEE *et al.*, 2003). Esta ineficácia contribuiu para o desenvolvimento crescente de resistência por *C. glabrata* a esses medicamentos antifúngicos, que, embora eficazes na erradicação de infecções causadas por outras espécies de *Candida*, não são suficientes para combater todas as formas de infecções fúngicas (WIEDERHOLD, 2017).

Além das infecções oportunistas causadas por *Candida spp.*, indivíduos com doenças subjacentes podem desenvolver infecções associadas aos cuidados de saúde envolvendo *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp* e *Mucorales spp.* (RICHARDSON; RICHARDSON, 2017). Estes patógenos representam um risco significativo, especialmente em ambientes hospitalares e para pacientes imunocomprometidos, exigindo atenção e medidas preventivas adequadas (SULEYMAN; ALANGADEN, 2021).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 PROCEDIMENTOS LABORATÓRIAS

4.1.1 LOCAL DE REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES

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

4.1.2 OBTENÇÃO DA AMOSTRA VEGETAL

As amostras de botões florais do gênero *Musa spp.* utilizadas neste estudo compreendem variedades desenvolvidas predominantemente por meio de técnicas de melhoramento convencional, que incluem hibridização (cruzamento de diferentes espécies ou variedades) e seleção para características desejáveis. As variedades em questão, BRS Pacoua, BRS Vitória, FHIA 17, FHIA 18, Galil 18, Pacovan Ken, Prata Anã, Princesa e Thap Maeo, são conhecidas por suas qualidades aprimoradas, como resistência a doenças, qualidade do fruto, e adaptação a diferentes condições ambientais. Estas amostras foram obtidas através de uma colaboração entre o Grupo de Estudos em Controle de Qualidade e Atividade Biológica de Plantas Medicinais e Substâncias Bioativas (GCAPS) do Centro Universitário FAEMA (UNIFAEMA) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada em Porto Velho, Rondônia. Este método de obtenção assegura a procedência e a qualidade das amostras, fundamentais para a validade e relevância dos resultados obtidos.

As amostras de botões florais da variedade, conhecida como banana maçã, foram obtidas em parceria com um agricultor de Buritis, Rondônia. Agricultor contemplado por um programa da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Rondônia (EMATER-RO), que fornece mudas de plantas aos agricultores locais. Essa colaboração também foi estabelecida pelo GCAPS – UNIFAEMA.

4.1.3 OBTENÇÃO DOS MICRORGANISMOS

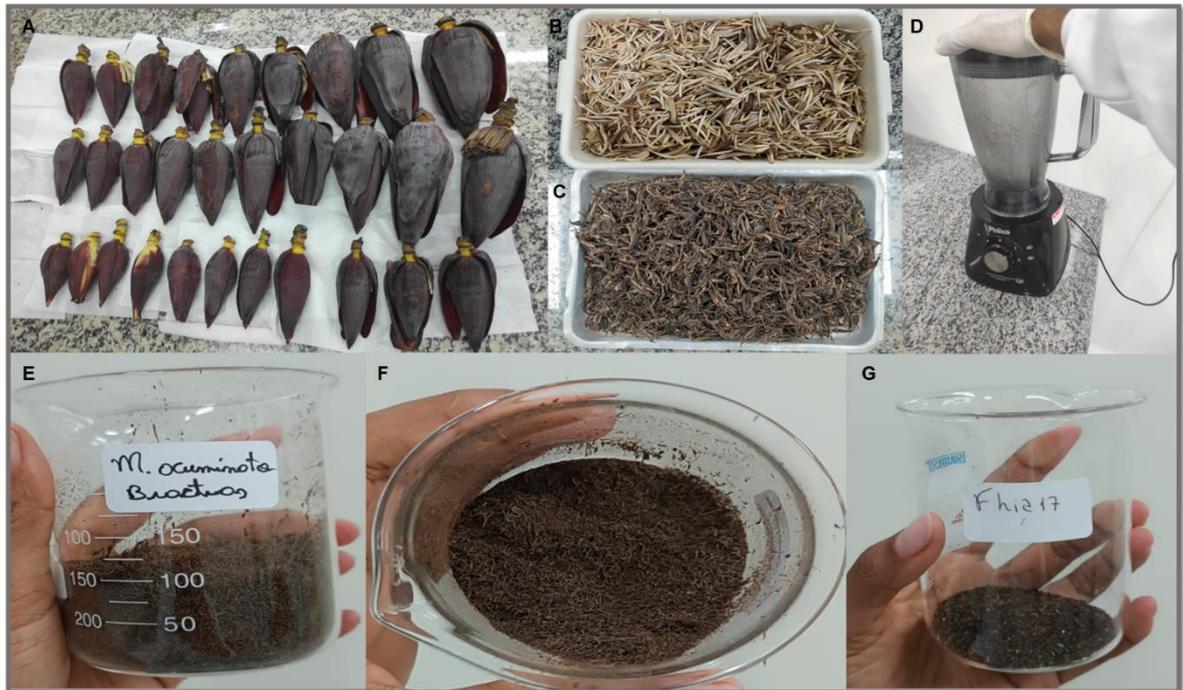
Os fungos utilizados na pesquisa foram obtidos através de parcerias estabelecidas entre o GCAPS – UNIFAEMA e o Laboratório Municipal de Ariquemes, Rondônia. Entre as cepas adquiridas estão a *Candida albicans*, uma levedura patogênica, e fungos filamentosos das espécies *Aspergillus seção fumigatus* e *Aspergillus seção niger*. Estes últimos foram coletados de amostras ambientais e de alimentos deteriorados.

4.2 PREPARAÇÃO DOS EXTRATOS

4.2.1 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA VEGETAL

Inicialmente, duas inflorescências de cada espécie foram selecionadas. Estas foram cuidadosamente desmembradas em brácteas e flores. Em seguida, as partes foram lavadas e secas ao ar. Para garantir uma secagem completa, as amostras foram colocadas em uma estufa a 40°C durante cinco dias. Após a secagem, as pétalas e as flores foram moídas separadamente usando um moedor elétrico. O material moído foi então tamisado usando um tamis de malha número 20, com poros de 0,85 mm, para assegurar a uniformidade no tamanho das partículas.

Figura 7 - Amostras durante o processamento de secagem e preparação



***A:** Botões florais *in natura*; **B:** Flores lavadas e prontas para secagem em estufa; **C:** Flores secas prontas para serem trituradas; **D:** Processamento em liquidificador; **E:** Brácteas secas, trituradas e tamisadas da Banana Maçã comum.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.2.2 EXTRATO HIDROALCÓOLICO POR MACERAÇÃO

Para a preparação dos extratos hidroalcóolicos a 70% por maceração das brácteas e flores de *Musa spp.*, adaptou-se uma metodologia baseada nos trabalhos de Chianese *et al.* (2010) e Siddiqui *et al.* (2002), com modificações. As amostras trituradas foram divididas em brácteas e flores e, individualmente, imersas em uma mistura de metanol e água destilada em proporções de 168 mL e 72 mL, respectivamente, para cada 10 g de amostra em frascos Erlenmeyer de 250 mL. Estes recipientes foram então cobertos com papel alumínio para evitar contaminação e exposição à luz.

Durante os dois dias seguintes, as soluções foram agitadas mecanicamente de forma constante e mantidas à temperatura ambiente para homogeneização. No terceiro dia, procedeu-se à filtração a vácuo das soluções, que foram inicialmente secas com sulfato de sódio. Após uma segunda filtragem, os extratos foram concentrados em um banho-maria a 60°C por aproximadamente 72 horas, permitindo a evaporação constante do solvente sob pressão reduzida. Por fim, os extratos concentrados foram armazenados em frascos âmbar de 30 mL para preservação.

Figura 8 - Processo de Pesagem, Maceração e Filtragem



***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.

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.3 TESTES PARA IDENTIFICAÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS

Os testes para detecção de metabólitos secundários nos extratos foram realizados utilizando reações gerais de precipitação e mudanças de cor. Para cada extrato, tomou-se uma alíquota de 3 ml, equivalente a 1 g do material original devido à concentração final do extrato. Esta amostra foi então dissolvida em uma solução hidroalcolica a 80%, formando uma solução estoque padronizada para cada extrato.

Os extratos hidroalcolicos resultantes foram submetidos a uma série de testes específicos para a identificação de metabólitos secundários. Estes testes foram baseados nas metodologias adaptadas dos trabalhos de Matos (2009), Costa (2014) e Barbosa *et al.* (2017) garantindo uma abordagem sistemática e padronizada para a análise de cada amostra.

Figura 9 - Soluções estoque padronizadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.3.1 TESTES PARA ESTEROIDES E TRITERPENOS (LIEBERMANN BURCHARD)

Adicionou-se 5 mL da solução estoque em um tubo de ensaio, evaporando o solvente em banho-maria até secar. Ao resíduo seco, acrescentou-se 5 mL de diclorometano para dissolução. Após filtrar a solução, adicionou-se 1 mL de anídrico acético e 2 mL de H_2SO_4 concentrado, agitando bem o tubo. Observou-se a amostra para variações de cor, que podem indicar a presença de esteroides ou triterpenos.

4.3.2 TESTES PARA ALCALOIDES

Levou-se a secar 10 mL da solução estoque em banho Maria. Adicionou-se o resíduo seco 1 mL de etanol e 2 mL de solução de HCl concentrado. Transferiu-se 1 mL da solução para cada 2 tubos ensaios. Adicionou-se em cada um dos tubos,

respectivamente algumas gotas dos reagentes de precipitação de alcaloides: Dragendorff. Observou-se possível precipitação ou turvação das amostras.

4.3.3 TESTES PARA FLAVONOIDES

Para identificar flavonoides, adicionou-se 5 mL da solução estoque em um tubo de ensaio, seguido por 20 gotas de acetato de chumbo a 10%. A presença de um precipitado colorido após a adição sugere a presença de flavonoides.

4.3.4 TESTES PARA TANINOS

Para identificar taninos, foram realizados quatro testes com a solução estoque: no primeiro, 2 ml da solução foram combinados com 2 gotas de HCl diluído e 3 a 5 gotas de solução de gelatina a 2,5%, onde a formação de precipitado indica a presença de taninos; no segundo, 2 ml da solução estoque foram misturados com 10 ml de água destilada e 2-4 gotas de solução de cloreto férrico a 1% em metanol, resultando em coloração azul para taninos hidrolisáveis ou gálicos e verde para taninos condensados ou catequicos; no terceiro teste, 5 ml da solução estoque foram adicionados a 10 ml de solução de ácido acético a 10% e 5 ml de solução de acetato de chumbo a 10%, com a formação de um precipitado esbranquiçado indicando taninos hidrolisáveis; e, por fim, o quarto tubo, usado como controle, continha apenas 5 ml da solução estoque sem adição de outros reagentes.

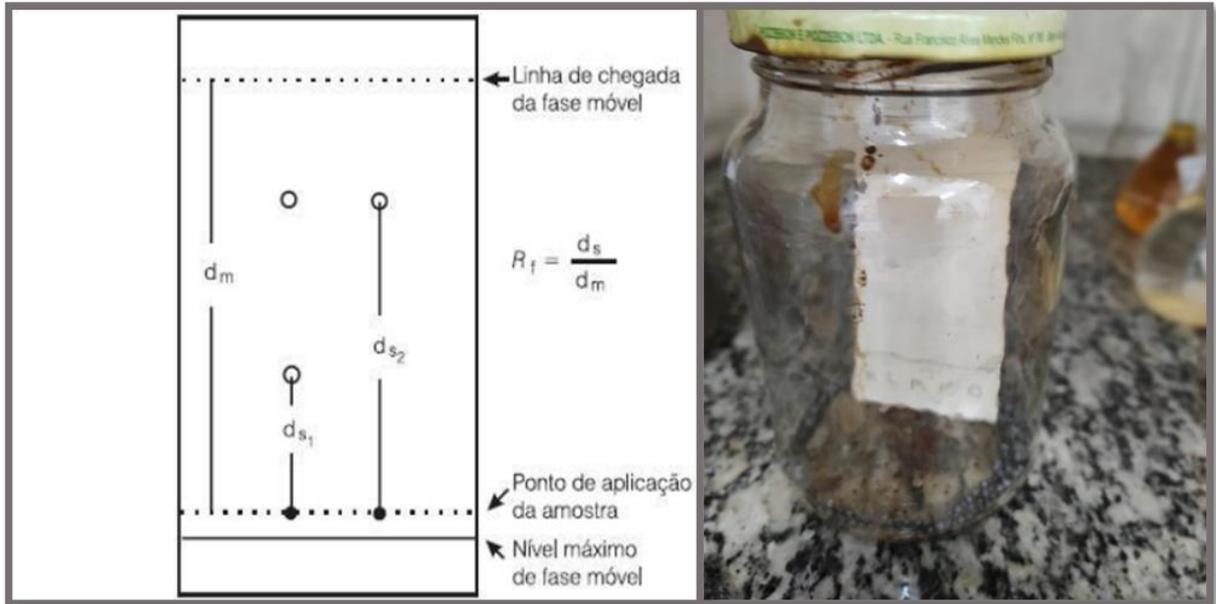
4.4 PERFIL CROMATOGRÁFICO

4.4.1 CROMATOGRAFIA EM CAMADA DELGADA (CCD)

As amostras dos extratos foram analisadas em CCD, utilizando placas de sílica gel da DC-Fertigfolien Alugram Xtra SIL G/UV254 com espaçamento de 0,5 cm entre as amostras e extremidades horizontais, e 2 cm das extremidades verticais. A eluição dos compostos ocorreu por meio da fase móvel, direcionada aos compostos menos polares, composta por acetato de etila/metanol (1:1 v/v), (PRASNIEWSKI, 2019). As

placas foram visualizadas com lâmpada de 254 nm e reveladas com vapores de iodo. O fator de retenção (R_f) foi calculado e todas as placas foram fotodocumentadas.

Figura 10 - Ilustração para Processo de Cromatografia em Camada Delgada



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.5 TESTES MICROBIOLÓGICOS

4.5.1 PREPARAÇÃO DOS INÓCULOS MICROBIANOS

O inóculo foi preparado seguindo uma metodologia adaptada de CAPELETI (2019), com ajustes para corresponder à escala de 0,5 de *Mac Farland*. Esta preparação resulta em uma concentração de aproximadamente $1,5 \times 10^8$ unidades formadoras de colônia (CFU)/mL. Para isso, transferiram-se aproximadamente 3 a 4 UFC de uma cepa isolada para um tubo de ensaio contendo 4 mL de água ultrapura. A absorbância da solução resultante foi então medida usando um espectrofotômetro da marca Kasvi, modelo K37-UVVIS. O aparelho foi ajustado para uma transmitância de 85% e um comprimento de onda de 625 nm.

Figura 11 - Medida de Absorbância no Espectrofotômetro

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.5.2 DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS

Para a realização dos testes, um swab foi saturado com a suspensão previamente preparada de cada microrganismo e aplicado de maneira uniforme sobre a superfície do Ágar Sabouraud, adequado para o cultivo de fungos leveduriformes e filamentosos. Em seguida, 150 μ L dos extratos da inflorescência da bananeira (abrangendo brácteas e flores) foram aplicados em cada cultura. Os experimentos foram conduzidos em duplicata, assegurando a confiabilidade dos resultados, o que resultou em um total de 30 placas, conforme adaptação do método descrito por Capeletti (2019).

Posteriormente, foram criados dois poços em cada placa de Petri, com 0,5 cm de diâmetro cada. Além disso, um furo adicional foi feito no centro de cada placa para a inclusão do clotrimazol, servindo como controle positivo antifúngico. As placas foram então incubadas em uma estufa a uma temperatura de aproximadamente 36 °C a 37 °C por 24 horas. Após a incubação, os halos de inibição bacteriana foram medidos, seguindo a metodologia descrita por Capeletti (2019).

Figura 11 - Método de Difusão em Ágar por Perfuração em Poços



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.6 TESTE DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

4.6.1 ENSAIO DE PODER ANTIOXIDANTE REDUTOR FÉRRICO (FRAP)

A avaliação da atividade antioxidante de um composto é realizada observando sua capacidade redutora, um indicador significativo dessa atividade. Especificamente, a análise envolve a redução do complexo Fe^{3+} /ferricianeto à sua forma ferrosa, resultando na formação do azul da Prússia de Perl. Esta mudança de cor é medida em termos de absorvância a um comprimento de onda de 700 nm (BABA; MALIK, 2014; CHUNG *et al.*, 2002; RUCH; CHENG; KLAUNIG, 1989).

No procedimento, diferentes concentrações do extrato a ser testado - 25 $\mu\text{g/ml}$, 125 $\mu\text{g/ml}$, e 250 $\mu\text{g/ml}$ - são preparadas e misturadas com 2,5 ml de tampão fosfato (0,2 M, pH 6,6) e 2,5 ml de ferricianeto de potássio a 1%. Esta mistura é então incubada a uma temperatura de 50°C por 20 minutos. Após a incubação, 2,5 ml de ácido tricloroacético a 10% são adicionados a cada amostra. As amostras são submetidas a centrifugação a 1.000 rpm por 10 minutos, e a camada superior da solução é cuidadosamente coletada.

Para a medição da absorvância, 20 mililitros desta camada superior são misturados com 5,0 ml de água destilada e 0,5 ml de FeCl_3 a 0,1%. A absorvância de

cada mistura reacional é medida usando um espectrofotômetro Kasvi, modelo K37-UVVIS, a 700 nm.

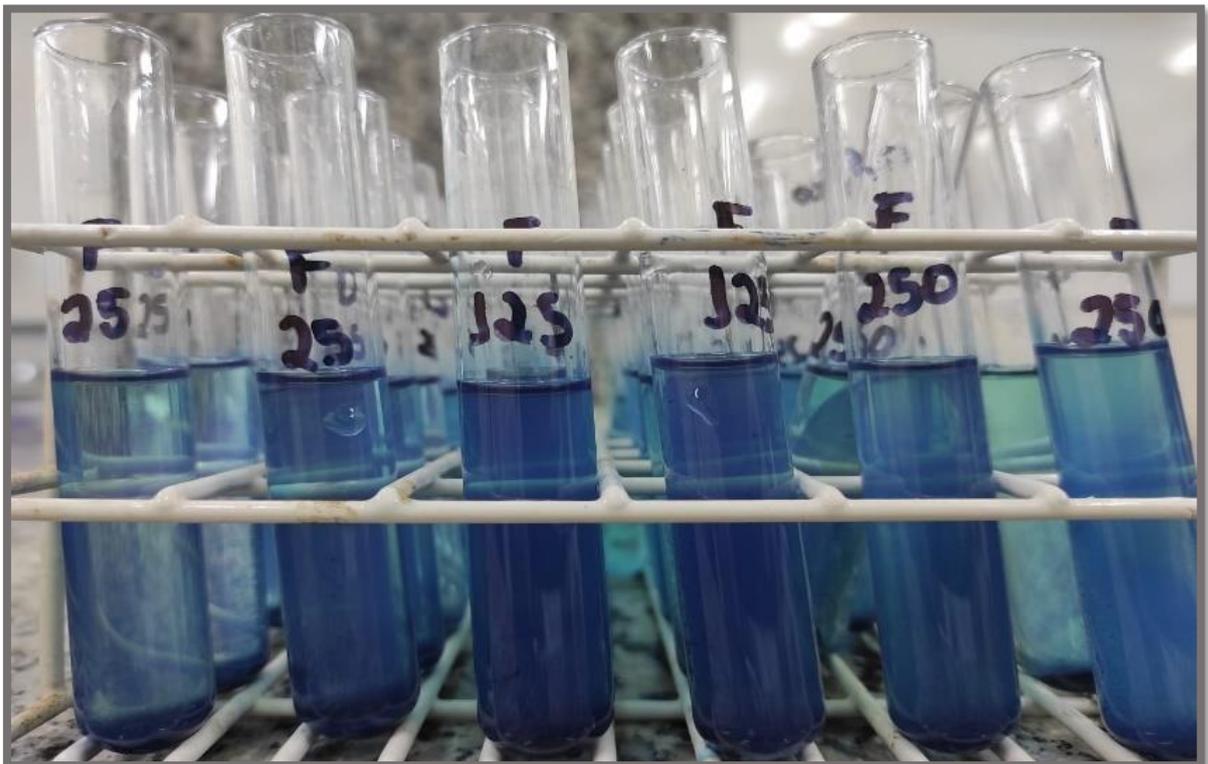
Para garantir a precisão e a validade dos resultados, dois controles são usados. O controle negativo consiste em uma amostra onde o extrato é substituído por uma quantidade equivalente de água, e o controle positivo utiliza ácido ascórbico. Cada procedimento é realizado em duplicata, e as amostras são deixadas em repouso por 30 minutos antes da medição da absorbância. A intensidade da coloração azul da Prússia de Perl, refletida pela absorbância aumentada, indica a capacidade redutora e, conseqüentemente, a atividade antioxidante do extrato. A porcentagem de atividade antioxidante é calculada utilizando uma fórmula específica no teste FRAP.

$$\text{Atividade antioxidante (\%)} = \frac{(A1 - A0)}{A1} \times 100\%$$

A1: Controle positivo

A0: Controle negativo

Figura 12 - Formação do azul da Prússia de Perl



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.7 TESTE DE ATIVIDADE CITOTÓXICA

4.7.1 BIOENSAIO DE TOXICIDADE CONTRA A *ARTÊMIA SALINA* (TAS)

O ensaio será conduzido de acordo com a adaptação da metodologia proposta por HARADA (2009). A solução salina será preparada utilizando sal marinho sintético e água destilada, sendo 38 g de sal para cada litro de água. Essa solução será dividida em duas partes, uma será utilizada para a eclosão dos ovos e a outra para a preparação das diluições das soluções-teste.

Em 100 mL de solução salina, serão adicionadas cerca de 10 mg de ovos de *Artêmia salina*, sendo deixado sob iluminação artificial a 28 °C por aproximadamente 24 horas.

Decorrido o tempo, os náuplios, que é o estágio de *Artêmia salina* após 24 horas de incubação, serão coletados e transferidos para uma cubeta de vidro com tamanho apropriado para que possam atingir o estágio de manáuplio.

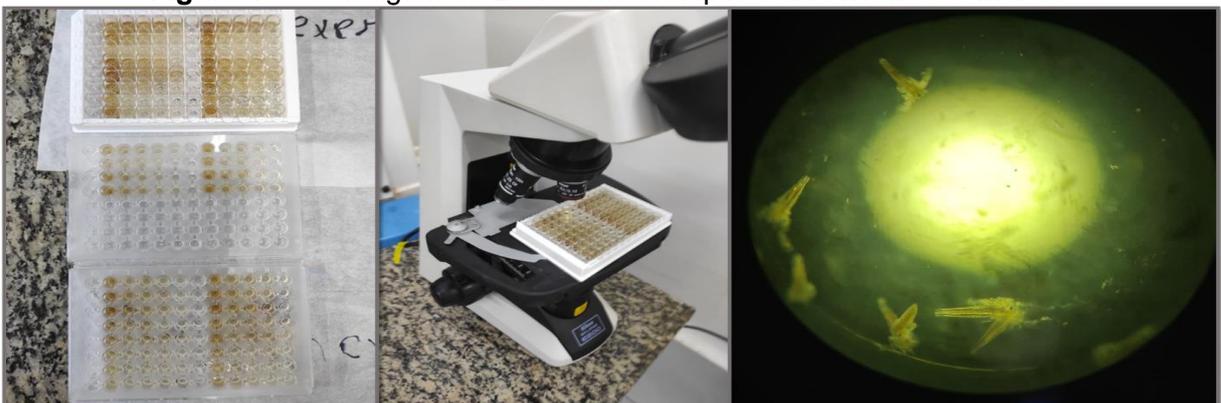
Em seguida, serão preparadas as soluções – teste. Os testes serão realizados em duplicata utilizando diferentes concentrações dos extratos da inflorescência da bananeira. As concentrações serão expressas em µg/mL, e distribuídas em tubos de ensaio contendo concentrações adequadas de solução.

O controle negativo será preparado, sendo a solução salina.

As Larvas no estágio metanáuplio (48 horas após a eclosão) serão adicionadas às soluções a serem testadas. Em média serão utilizadas dez larvas de *A. salina* para cada poço da placa de 96 poços.

Posteriormente, após 24 horas, será realizada a contagem de larvas sobreviventes e mortas, para a determinação da CL₅₀, de cada extrato da inflorescência.

Figura 13 - Contagem de Larvas Metanáuplio Sobreviventes e Mortas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

4.8 DA ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados utilizando o GraphPad Prism versão 8.0.2 e expressos como valores médios com desvio padrão (\pm DP). Os valores de CL₅₀ foram calculados por regressão não linear usando a biblioteca “drc” no software R versão 4.3.2.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA

A tabela 3, compila os principais fitoconstituintes analisados neste estudo dos extratos qualitativamente.

Tabela 3 - Resultado da Identificação Fitoquímica

	E/T (cor)	Flav.	Tan.	Tan. Hidro.	Tan. Cond.	Alcaloides
Flores						
BRS Pacoua	Âmbar	+	+	+	-	+
BRS Vitória	Laranja	+	+	+	-	+
FHIA 17	Âmbar	+	+	-	-	-
FHIA 18	Âmbar	+	-	+	-	+
Galil 18	Âmbar	+	+	+	-	-
Pacovan Ken	Âmbar	+	+	+	-	-
Prata anã	Âmbar	+	+	+	-	+
Princesa	Amarelo	+	+	+	-	+
Thap Maeo	Âmbar	+	+	+	-	+
Maçã c.	Marrom	+	+	+	-	+
Brácteas						
BRS Pacoua	Âmbar	+	+	+	-	-
BRS Vitória	vermelho	+	+	+	-	-
FHIA 17	M. claro	+	+	-	-	-
FHIA 18	Vermelho	+	-	-	-	-
Galil 18	Âmbar	+	-	-	-	-
Pacovan Ken	Vermelho	+	-	+	-	-
Prata anã	Âmbar	+	+	+	-	-
Princesa	Amarelo	+	+	+	-	-
Thap Maeo	Marrom	+	+	+	-	-
Maçã c.	M. escuro	+	+	-	-	-

*Cor indicativa de Esteroides/Triterpenos (E/T), presença (+) ou ausência (-) de Flavonoides (Flav.), Taninos (Tan.), Taninos Hidrolisáveis (Tan. Hidro.), Taninos Condensados (Tan. Cond.) e Alcaloides, tanto nas flores quanto nas brácteas. Nota sobre abreviações: M. claro = Marrom claro; M. escuro = Marrom escuro; Maçã c. = Maçã Comum.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Os dados revelaram a presença majoritária de esteroides/triterpenos nas amostras de inflorescências de bananeira, cujas cores variavam de âmbar a marrom, corroborando a presença destes fitoquímicos. Além disso, flavonoides, conhecidos por suas propriedades antioxidantes, também foram detectados em todas as variedades de inflorescência analisadas, tanto nas flores quanto nas brácteas.

Interessantemente, não foram encontrados estudos extensivos sobre espécies de bananas híbridas, o que indica um potencial promissor para pesquisas futuras. Esta lacuna no conhecimento se destaca pela diversidade de metabólitos que podem ser descobertos nas composições destas espécies, tornando o campo de híbridos de bananeiras um território inexplorado e rico em possibilidades científicas.

Neste contexto, o estudo de Valsalam *et al.* (2019) sobre as flores de *Musa acuminata colla* mostrou que o extrato etanólico continha taninos, flavonoides e alcaloides, enquanto o extrato aquoso apresentava apenas alcaloides e esteroides. Isso sugere que diferentes métodos de extração podem influenciar a composição química dos extratos, indicando potenciais propriedades terapêuticas variadas. Da mesma forma, Sumathy *et al.* (2011) relataram a presença de taninos, esteroides e flavonoides no extrato metanólico de flor de *Musa accuminata*.

Sendo está uma das principais espécies de bananeira, que deu origem à maioria das variedades de banana cultivadas no mundo, a uniformidade na presença destes metabólitos secundários é notável. Isso pode indicar que tais compostos são componentes fundamentais das espécies de bananeira, possivelmente apontando para potenciais benefícios à saúde associados ao consumo dessas variedades de banana.

Em contraste, a ocorrência de taninos e alguns taninos hidrolisáveis mostrou variação, indicando diferenças na composição de taninos entre as linhagens de bananas híbridas e nativas. Além disso, não foram detectados taninos condensados. A presença de alcaloides também variou, com algumas variedades de flores, enquanto a maioria das brácteas não foram identificados, sugerindo diferentes papéis ecológicos ou metabólicos dessas substâncias nas partes da planta. Obiageli *et al.*, (2016) também revelou a existência de alcaloides, flavonoides e outros fitoconstituintes em *Musa spp.* A presença abundante de alcaloides em ambos os métodos sugere influência de fatores como clima, genética das plantas idade das flores. Como descreveu Gobbo-Neto; Lopes (2007) a influência de fatores

edafoclimáticos no metabolismo secundário de espécies vegetais e, conseqüentemente nos grupos fitoquímicos encontrados.

Em uma revisão Gervásio; Batitucci (2023), avalia 23 de 28 artigos selecionados que os grupos encontrados de compostos mais frequentes são flavonoides, fenóis, taninos e alcaloides, respectivamente. Poucos estudos mencionaram as concentrações de cada compostos, evidenciando os flavonoides, alcaloides, esteroides e taninos como os fitoquímicos mais abundantes (OLIVEIRA *et al.*, 2020; KIBRIA *et al.*, 2019; VALSALAM *et al.*, 2019; BEHIRY *et al.*, 2019; DAIMARI; SWARGIARY, 2020; BASHIR *et al.*, 2021; BASUMATARY; NATY, 2017; EVBUOMWAN *et al.*, 2018; UMAMAHESWARI *et al.*, 2017 e GHAFAR *et al.*, 2019).

Anupama Yadav (2021) salienta a variedade de fitoquímicos presentes em *M. accuminata*, como saponinas, terpenoides, esteroides, antocianinas, ácidos graxos, taninos, fenóis e alcaloides. A polaridade dos solventes usados, que incluem água, metanol, etanol, acetona, misturas de solventes orgânicos com água e acetato de etila, influencia significativamente a eficácia da extração destes compostos. Essa observação é apoiada pelos estudos de González-Montelongo, Lobo e González (2010) e Soares *et al.* (2016), que também destacam a importância da temperatura e do tempo de extração na determinação da qualidade e quantidade dos compostos extraídos.

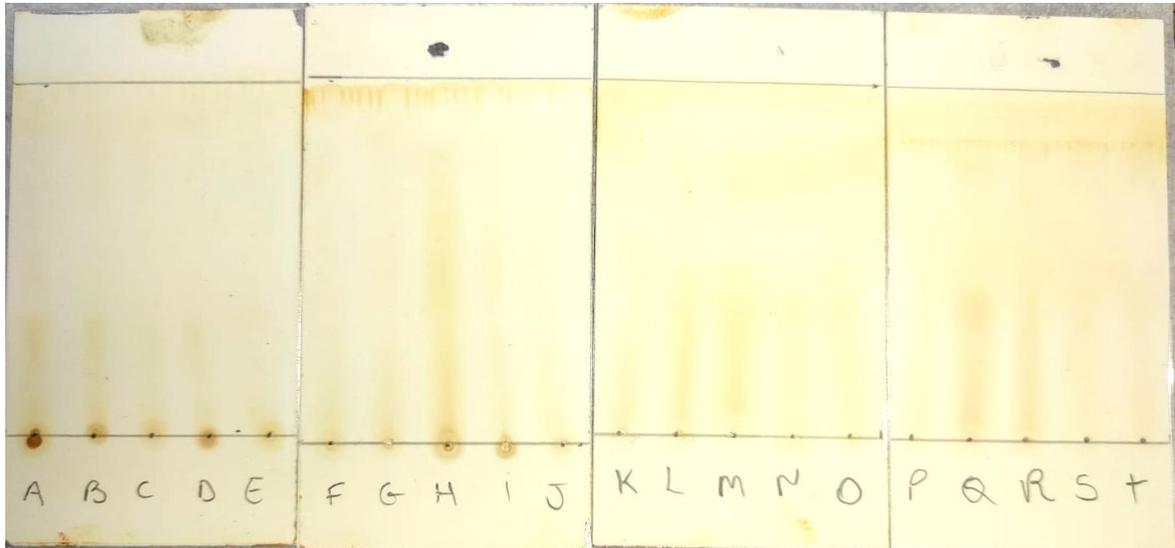
O método de maceração a frio, explorado por Gervásio e Batitucci (2023), variando entre 12 horas e 3 ciclos de 72 horas, é considerado eficiente e preserva a integridade dos compostos. Santos, Biondo e Visentainer (2020) corroboram a eficiência deste método, destacando-o como uma técnica limpa e adequada. Paralelamente, Amri e Hossain (2018) enfatizam a importância de experimentar com solventes de diferentes polaridades para avaliar sua influência nos resultados. Embora metanol, etanol e água sejam frequentemente escolhidos para estudos com um único extrato, essa prática pode levar a inconsistências na extração de constituintes químicos.

5.2 PERFIL CROMATOGRÁFICO

O perfil cromatográfico exibido na imagem revela uma coleção de manchas ao longo de tiras de papel cromatográfico, cada uma correspondendo a diferentes amostras marcadas de A a T. Estas representam distintas variedades de flores e

brácteas de bananeiras, com as amostras de A a J pertencendo às flores e de K a T às brácteas (Figura 14).

Figura 14 - Fotodocumentação do Perfil Cromatográfico



*A = BRS Pacoua (Flor); B = BRS Vitória (Flor); C = FHIA 17 (Flor); D = FHIA 18 (Flor); E = Galil 18 (Flor); F = Pacovan Ken (Flor); G = Prata anã (Flor); H = Princesa (Flor); I = Thap Maeo (Flor); J = Maçã comum (Flor); K = BRS Pacoua (Bráctea); L = BRS Vitória (Bráctea); M = FHIA 17 (Bráctea); N = FHIA 18 (Bráctea); O = Galil 18 (Bráctea); P = Pacovan Ken (Bráctea); Q = Prata anã (Bráctea); R = Princesa (Bráctea); S = Thap Maeo (Bráctea); T = Maçã comum (Bráctea).

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A Figura 14, observa-se uma variação nos padrões de manchas entre as amostras, o que pode ser interpretado como diferenças na composição química dos extratos de cada tipo de planta. Certas amostras mostram manchas mais pronunciadas ou numerosas, sugerindo possivelmente uma maior concentração de certos compostos ou uma maior complexidade de substâncias químicas. Estas manchas, que foram desenvolvidas através de vapores de iodo, exibem variações em termos de intensidade e localização, o que ressalta a diversidade de compostos que foram separados durante o processo cromatográfico.

Os vapores de iodo são comumente usados como método de visualização semidestruído. Muitos compostos absorvem vapores de iodo e ficam marrom-escuros sobre um fundo marrom mais claro. O iodo tem uma forte afinidade por compostos insaturados ou aromáticos e pode atuar como um eletrófilo para adicionar ligações duplas ou com aminas nucleofílicas. A mudança de cor nem sempre é permanente, portanto, as manchas devem ser marcadas com um lápis para referência futura (MEYERS; MEYERS, 2008).

Os componentes que apresentarem maior afinidade com a fase estacionária tendem a adsorver sobre o sólido e ficam mais retidos nesta fase, enquanto as espécies que apresentam maior afinidade pelo solvente tendem a migrar com o fluxo que é desenvolvido durante a corrida, causando a separação das substâncias por um processo que recebe o nome de *migração diferencial* (BONATO, 1997).

É crucial considerar que um exame visual dos cromatogramas como este não nos diz exatamente quais são os componentes ou suas quantidades; análises mais detalhadas seriam necessárias para obter tais informações (WAGNER *et al.*, 1984). No entanto, as diferenças visuais nos cromatogramas sugerem uma variedade química significativa entre as amostras analisadas, o que pode ter implicações interessantes para pesquisa na seleção de cultivares, estudos fitoquímicos ou na avaliação de propriedades biológicas destas plantas.

No que diz respeito, a polaridade dos compostos a tabela 4 dispõe desses parâmetros para fins de compreensão. Na categoria de flores, a análise dos fatores de retenção (R_f) revela padrões interessantes. As variedades A (BRS Pacoua) e B (BRS Vitória) exibem um aumento progressivo nos valores de R_f (0,354 para 0,923 e 0,338 para 0,892, respectivamente), sugerindo uma tendência de os compostos serem menos polares ao longo dos testes. Isso pode indicar uma menor interação com o adsorvente polar, resultando em uma maior distância migrada no cromatograma. As variedades C (FHIA 17) e D (FHIA 18) também mostram uma tendência para compostos menos polares, particularmente notável em R_f II, com valores de 0,938 e 0,954, respectivamente. Por outro lado, a variedade G (Prata anã), com um valor de R_f de 0,292 em R_f I, parece ter compostos mais polares. A variedade H (Princesa) apresenta um valor de R_f de 0,708, indicando uma polaridade média. As variedades E (Galil 18), F (Pacovan Ken), I (Thap Maeo) e J (Maçã comum) não possuem dados, limitando a compreensão completa das suas características cromatográficas.

Em relação às brácteas, os padrões de R_f também oferecem informações valiosas. A variedade L (BRS Vitória) mostra um aumento de R_f de 0,431 para 0,846, enquanto a variedade M (FHIA 17) apresenta um aumento de 0,462 para 0,785, ambos indicando uma mudança para compostos menos polares. As variedades N (FHIA 18) e O (Galil 18) têm valores de R_f únicos de 0,385 e 0,415, respectivamente, sugerindo compostos de média polaridade. A variedade Q (Prata anã) apresenta um padrão similar às flores, com valores de R_f que aumentam de 0,462 para 0,785, e a variedade R (Princesa) mostra um aumento de 0,354 para 0,769. Isso sugere uma

tendência geral para compostos menos polares nas brácteas também. As variedades S (Thap Maeo) e T (Maçã comum) mostram valores de Rf que apontam para uma polaridade média, com a S apresentando um aumento de 0,369 para 0,800. As variedades K (BRS Pacoua) e P (Pacovan Ken) não possuem dados disponíveis, o que destaca a necessidade de mais estudos para essas variedades.

Tabela 4 - Perfil Cromatográfico: Valor de Rf

	Rf I	Rf II	Rf III
Flores			
A (BRS Pacoua)	0,354	0,738	0,923
B (BRS Vitória)	0,338	0,723	0,892
C (FHIA 17)	0,308	0,938	NA
D (FHIA 18)	0,338	0,954	NA
E (Galil 18)	NA	NA	NA
F (Pacovan Ken)	NA	NA	NA
G (Prata anã)	0,292	NA	NA
H (Princesa)	0,708	NA	NA
I (Thap Maeo)	NA	NA	NA
J (Maçã comum)	NA	NA	NA
Brácteas			
K (BRS Pacoua)	NA	NA	NA
L (BRS Vitória)	0,431	0,846	NA
M (FHIA 17)	0,462	0,785	NA
N (FHIA 18)	0,385	NA	NA
O (Galil 18)	0,415	NA	NA
P (Pacovan Ken)	NA	NA	NA
Q (Prata anã)	0,462	0,785	NA
R (Princesa)	0,354	0,769	NA
S (Thap Maeo)	0,369	0,800	NA
T (Maçã comum)	0,354	NA	NA

*Rf = fator de retenção; NA = não aplicável.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

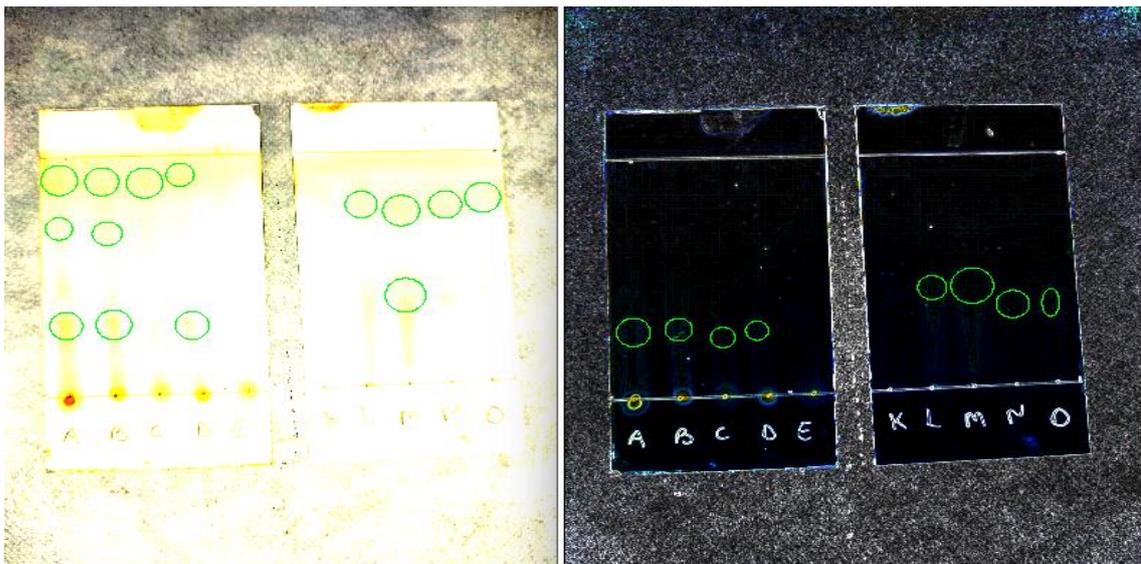
Os resultados obtidos na análise dos fatores de retenção (Rf) nas variedades de flores e brácteas indicam diferenças notáveis na polaridade dos compostos presentes. Essas observações podem ser entendidas no contexto do uso de fases móveis binárias em cromatografia em camada delgada. Como sugerido por Zapała e Waksmundzka-Hajnos (2005), a combinação de solventes com diferentes polaridades, como metanol (menos polar em comparação com a água) e acetato de etila (ainda menos polar), permite um controle refinado da eluição do soluto. Esta técnica é essencial para entender os padrões de Rf variáveis observados nas variedades. Por exemplo, a tendência de compostos menos polares nas variedades

A e B pode ser atribuída à interação desses compostos com a fase móvel ajustada em polaridade.

Além disso, como destacado por Meyers e Meyers (2008), os valores de Rf por si só não são suficientes para uma identificação definitiva dos compostos. Isso é evidente nos resultados que obtivemos, onde os valores de Rf fornecem indicações de polaridade, mas não a identidade exata dos compostos. A técnica de co-manchamento com compostos autênticos, que consiste em comparar o comportamento de um composto desconhecido com um composto de referência conhecido durante a cromatografia, pode ser uma abordagem futura para validar e elucidar a identidade dos compostos observados em nossas amostras. Essa estratégia poderia ser particularmente útil para as variedades para as quais não temos dados suficientes, ajudando a completar o quadro das características cromatográficas dessas variedades.

Como elucidado na figura 15, a utilização de luz visível e UV pode facilitar a identificação de bandas possibilitando a análise de suas propriedades através da revelação com reagentes específicos para classes de produtos naturais. Além do mais, a luz visível pode não favorecer a identificação como a luz UV, que destaca as bandas com maior contraste devido à fluorescência ou absorção característica de certos compostos.

Figura 15 - Análise Cromatográfica sob luz visível e ultravioleta



*Os cromatogramas exibem os perfis de separação das amostras orgânicas sob luz visível (à esquerda) e ultravioleta (à direita) a 256 nm. A análise de contraste das imagens foi realizada utilizando o software ImageJ para realçar as bandas cromatográficas. As diferenças na visibilidade e definição das bandas entre as duas condições de iluminação enfatizam a importância da seleção do método de detecção para a análise de compostos específicos.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A figura acima apresenta dois cromatogramas lado a lado, sob condições de iluminação distintas. À esquerda, as bandas são visíveis sob luz visível, onde algumas bandas reagem com o reagente de revelação iodo. À direita, sob luz UV, as bandas exibem maior contraste, revelando a presença de compostos que absorvem ou fluorescem sob condições de iluminação. Nota-se que sob luz UV, até mesmo bandas incolores na luz visível podem ser detectadas, o que é crucial para uma análise abrangente.

Em ambos os cromatogramas, as amostras são marcadas de A a O. Sob luz visível, as amostras A, B, C, D e E mostram bandas na região inferior do cromatograma, indicando uma menor migração, possivelmente devido a uma maior interação com o adsorvente ou maior polaridade. Sob luz UV, as mesmas amostras demonstram um perfil semelhante, mas com bandas mais distintas e algumas bandas adicionais que não são visíveis sob luz visível. Isso sugere que alguns compostos presentes nestas amostras só podem ser detectados sob luz UV.

As bandas apresentadas pelas amostras K, L, M, N e O sob luz visível ocupam posições elevadas no cromatograma, o que poderia indicar uma menor polaridade ou uma interação reduzida com a fase estacionária, levando a uma migração mais extensa. Quando examinadas sob luz UV, essas mesmas amostras mostram bandas claramente demarcadas, evidenciando a utilidade da luz UV para realçar compostos que poderiam permanecer ocultos sem essa técnica.

Nossos achados reforçam a relevância de empregar métodos de visualização variados na cromatografia para desvendar a complexidade dos compostos em análise. A utilização conjunta da luz visível e UV, complementada com reagentes específicos para detecção, enriquece nossa capacidade de identificar e diferenciar os componentes das amostras de maneira mais eficaz e detalhada. A Cromatografia em Camada Delgada (CCD), com sua rapidez, robustez e eficiência e custos, emerge como uma técnica analítica valiosa, permitindo a avaliação precisa de parâmetros críticos como exatidão, precisão, reprodutibilidade e especificidade.

A adoção de procedimentos de validação meticulosos, que incluem a preparação e estabilidade da amostra, condições de aplicação na placa e fatores ambientais, é fundamental para assegurar a qualidade dos dados gerados pela CCD (LIN & ZHANG, 1997). Além disso, a detecção de compostos através da absorção de radiação UV ou visível é integral para a identificação e quantificação de substâncias.

A absorção de luz nessas frequências indica uma transição de energia eletrônica, que pode ser quantitativamente relacionada à concentração do composto na amostra, oferecendo um caminho direto para análises qualitativas e quantitativas (Rodger & Sanders, 1999).

Portanto, a integração de técnicas de visualização avançadas e práticas de validação rigorosas na CCD constitui uma abordagem poderosa para a pesquisa farmacêutica, proporcionando uma análise qualitativa e quantitativa aprimorada e confiável dos compostos estudados.

5.3 DIFUSÃO EM ÁGAR – MÉTODO POÇOS

Em relação ao teste de difusão como mostrado na tabela 5, podemos observar que a triagem realizada com diferentes extratos que a espécie Pacovan Ken, mostrou-se com atividade antifúngica. Evidenciando que a *C. albicans* apresentou o maior halo de inibição comparado as espécies filamentosas *A. seção fumigatus* e *A. seção niger*.

Tabela 5 - Avaliação Antifúngica de Extratos Hidroalcoólicos das inflorescências de bananeira: Flores versus Brácteas

	<i>Candida albicans</i>	<i>Aspergillus seção fumigatus</i>	<i>Aspergillus seção niger</i>
Extrato flor			
BRS Pacoua	-	-	-
BRS Vitória	-	-	-
FHIA 17	-	-	-
FHIA 18	-	-	-
Galil 18	-	-	-
Pacovan Ken	8,5 ± 0,7 mm	1,5 ± 0,7 mm	2,5 ± 0,7 mm
Prata anã	-	-	-
Princesa	-	-	-
Thap Maeo	-	-	-
Maça comum	-	-	-
Extrato bráctea			
BRS Pacoua	-	-	-
BRS Vitória	-	-	-
FHIA 17	-	-	-
FHIA 18	-	-	-
Galil 18	-	-	-
Pacovan Ken	-	-	-
Prata anã	-	-	-
Princesa	-	-	-
Thap Maeo	-	-	-
Maça comum	-	-	-

* Não observado (-); (n=2) (±DP).

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

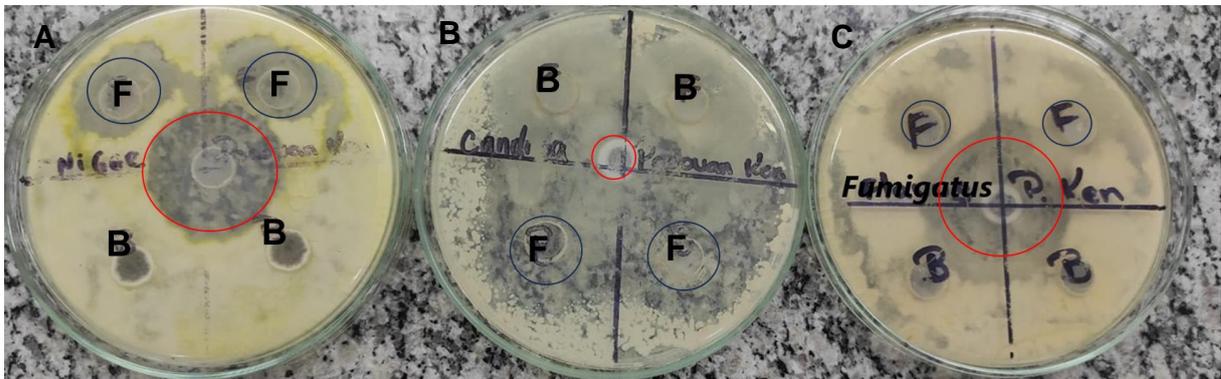
Na análise da atividade antifúngica apresentada na tabela 5, e ilustrada na figura 16, notamos que somente o extrato denominado Pacovan Ken exibiu atividade significativa, como evidenciado pelo halo de inibição destacado em azul. Em contraste, os demais extratos não mostraram halos de inibição visíveis, sugerindo a ausência de atividade antifúngica nas condições testadas. Como referência, utilizou-se o clotrimazol, indicado pelos círculos vermelhos, que demonstrou inibição do crescimento fúngico, servindo como controle positivo.

Um aspecto interessante a ressaltar é a falta de estudos anteriores focados especificamente nas espécies de bananas examinadas neste trabalho. No entanto, os resultados de Karadi *et al.* (2004) sobre a espécie *Musa paradisiaca* são notáveis. Nesse estudo, a inibição de *C. albicans*, realizada em triplicata, revelou uma consistência nos resultados, com halos de inibição variando entre 13 ± 0.4 mm, 15.7 ± 0.2 mm e 17.2 ± 0.3 mm.

Em nosso estudo, conduzido em duplicata, observou-se um halo de inibição médio de $8,5 \pm 0,7$ mm para *C. albicans*. Comparando com os resultados de Karadi *et al.* (2004), percebe-se uma menor atividade inibitória em nossa amostra. Além disso, para *Aspergillus niger*, Karadi *et al.* (2004) registraram halos de 10.4 ± 0.1 mm, 13.2 ± 0.5 mm e 15.7 ± 0.3 mm, enquanto em nosso estudo, o valor encontrado foi de apenas $2,5 \pm 0,7$ mm, indicando uma eficácia antifúngica relativamente menor. Essa comparação sugere uma variação na eficácia antifúngica entre as diferentes espécies e preparações de banana, realçando a importância de uma análise mais aprofundada das propriedades antifúngicas específicas de cada variedade de banana.

Em relação ao *Aspergillus seção fumigatus*, não se identificaram estudos que corroborassem a modesta eficácia antifúngica ($1,5 \pm 0,7$ mm) observada para a variedade Pacovan ken.

Figura 16 - Avaliação da atividade antifúngica dos extratos hidroalcoólicos das flores (indicados por 'F') e das brácteas (indicados por 'B').



*I = *Aspergillus seção niger*; II = *Candida albicans*; III = *Aspergillus fumigatus*

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

A literatura apresenta um número limitado de estudos sobre as propriedades antifúngicas de diferentes partes da bananeira. Para avaliar a atividade antifúngica, a técnica de difusão em ágar se destaca por sua eficiência, permitindo uma dispersão adequada do agente no meio de ágar, conforme detalhado por Balouiri *et al.* (2016). Além disso, o teste de difusão em poço se revela como um método particularmente eficaz. Segundo Magaldi *et al.* (2004), este teste é simples, reproduzível, econômico, e seus resultados são fáceis de ler e interpretar, apresentando boa correlação com o teste de microdiluição de referência do NCCLS. Isso torna o teste de difusão em poço uma alternativa viável, especialmente para laboratórios com recursos limitados, na avaliação da suscetibilidade de *Candida spp.* a antifúngicos.

Quanto aos extratos específicos da bananeira, enquanto os do pseudocaule mostraram eficácia limitada contra várias espécies de fungos, conforme indicado por Kumar *et al.* (2014), os extratos das folhas exibiram atividade antifúngica significativa. Estudos de Bankar e Dole (2016), Bisht *et al.* (2016) e Harith *et al.* (2018) mostraram que esses extratos são particularmente eficazes contra espécies como *Penicillium*, *Candida* e *Alternaria spp.*, produzindo zonas de inibição de diâmetro considerável.

Em relação a eficácia dos diferentes extratos da bananeira, destaca-se a superioridade do extrato metanólico no combate aos fungos, em comparação com os extratos à base de etanol e acetato de etila. A explicação para esse fenômeno reside nas características intrínsecas do metanol de dissolver uma variedade mais extensa de compostos fitoquímicos com atividades antimicrobianas, contribuí para sua maior eficácia para inibição de fungos (MOSTAFA, 2021).

Ademais, os resultados obtidos por Karadi *et al.* (2011) enfatizam o potencial da *Musa paradisíaca* na inibição de cepas fúngicas. O estudo revelou que esta planta tinha uma ação inibitória mais forte contra fungos do que contra as cepas bacterianas testadas.

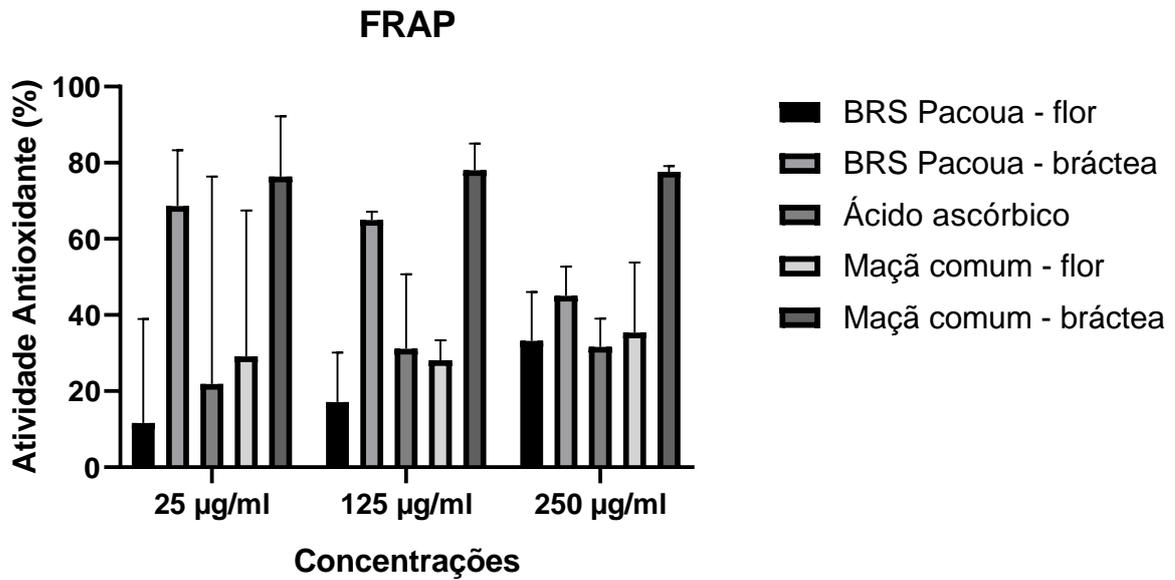
Interessantemente, os extratos de *Musa paradisíaca* demonstraram atividade antifúngicas superiores quando comparados ao Fluconazol, um medicamento antifúngico padrão. Isso foi evidenciado pelas maiores zonas de inibição observadas contra *Candida albicans*, *Candida tropicalis* e *Aspergillus niger*. Este achado está em linha com o relatado por Kalachaveedu *et al.* (2004), onde os extratos metanólicos de *Musa paradisíaca* também mostraram atividade antifúngica significativa. Esses estudos coletivamente sugerem um forte potencial terapêutico para a *Musa paradisíaca* no tratamento de infecções fúngicas, ressaltando a necessidade de mais pesquisas na área.

Além de tudo, um estudo de Sumathy *et al.* (2011), foi observado que a flor de bananeira da espécie *Musa acuminata* exibe atividade antimicrobiana significativa contra algumas culturas de microrganismos, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Micrococcus spp.* e *Salmonella spp.* Isso indica que a flor de bananeira também pode atuar como um agente antimicrobiano eficaz para certos microrganismos selecionados.

5.4 ENSAIO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE FRAP

O gráfico 1 apresenta a atividade antioxidante das amostras BRS Pacoua flor e bráctea, comparadas com a variedade de maçã comum e o controle de Vitamina C (ácido ascórbico) em concentrações crescentes. Nota-se um aumento significativo da atividade com a concentração, destacando o potencial antioxidante desta variedade de inflorescência de banana.

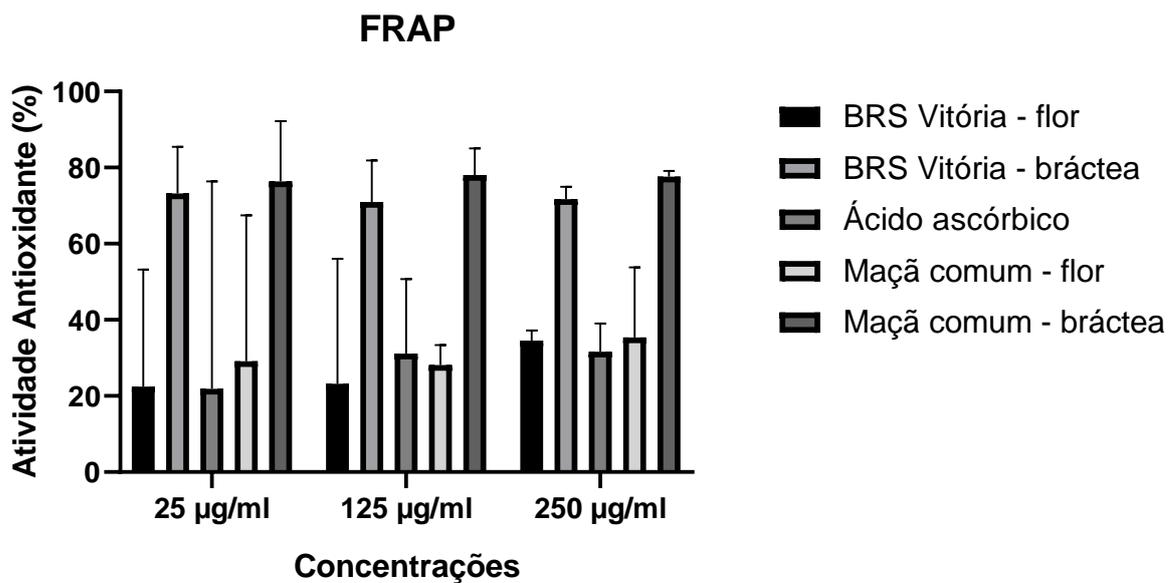
Gráfico 1 - BRS Pacoua



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico 2 demonstra a atividade antioxidante para BRS Vitória flor e bráctea. Em comparação com a maçã comum e o ácido ascórbico, observa-se uma atividade consistente, com um aumento notável na maior concentração, ressaltando as propriedades antioxidantes desta variedade.

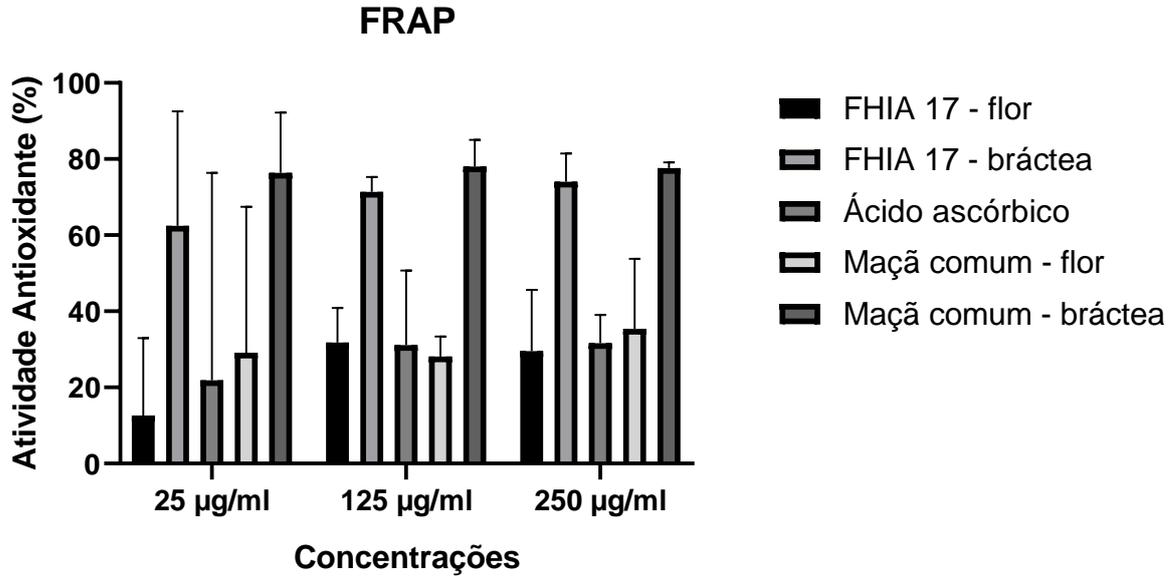
Gráfico 2 - BRS Vitória



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A atividade antioxidante da variedade FHIA 17 é evidenciada no gráfico 3, onde as amostras flor e bráctea demonstram um aumento proporcional com a concentração, comparáveis à atividade antioxidante do ácido ascórbico.

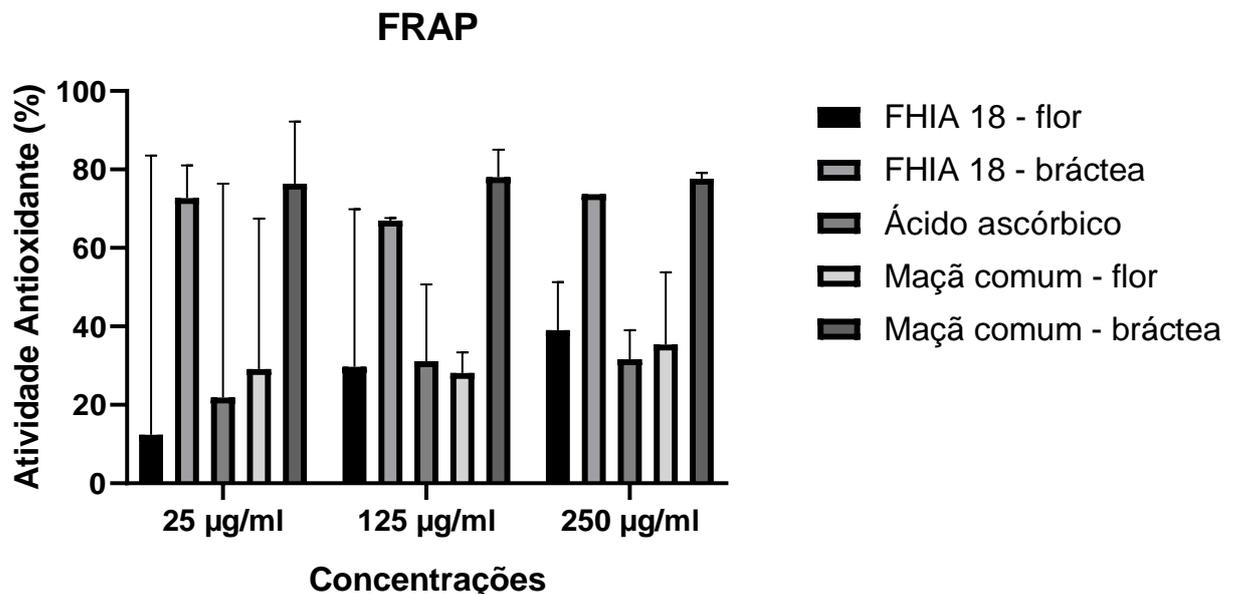
Gráfico 3 – FHIA 17



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico 4 detalha a atividade antioxidante da variedade FHIA 18, com as amostras flor e bráctea apresentando uma forte atividade antioxidante em comparação ao ácido ascórbico, sobretudo na maior concentração testada.

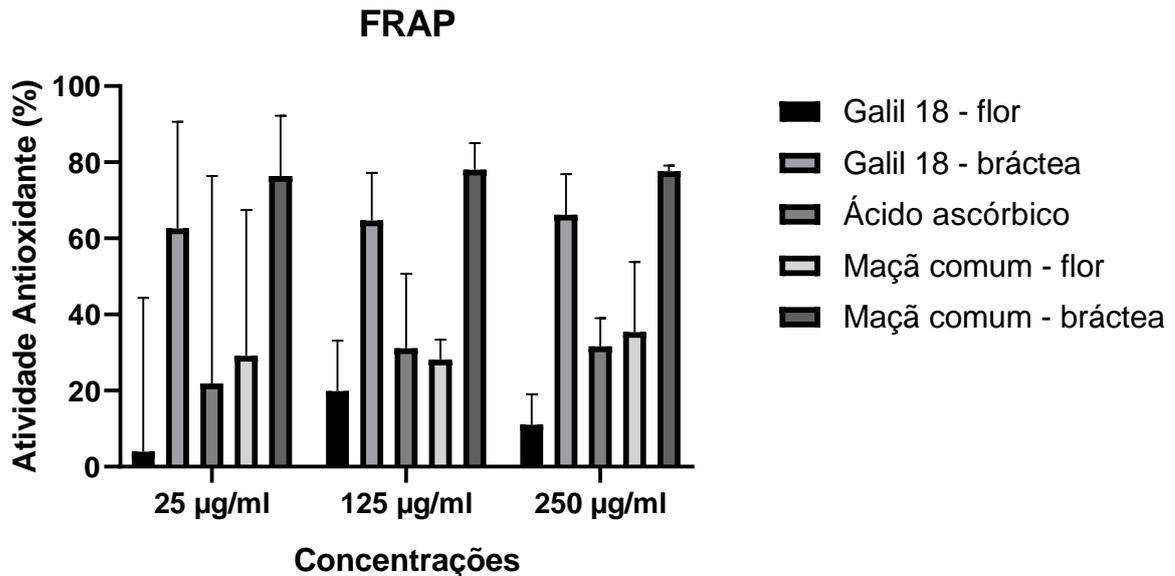
Gráfico 4 - FHIA 18



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A atividade antioxidante da variedade Galil 18 em suas flores e brácteas é exibida no gráfico 5. Os resultados mostram uma variabilidade na atividade antioxidante, com um destaque para resposta em alta concentração.

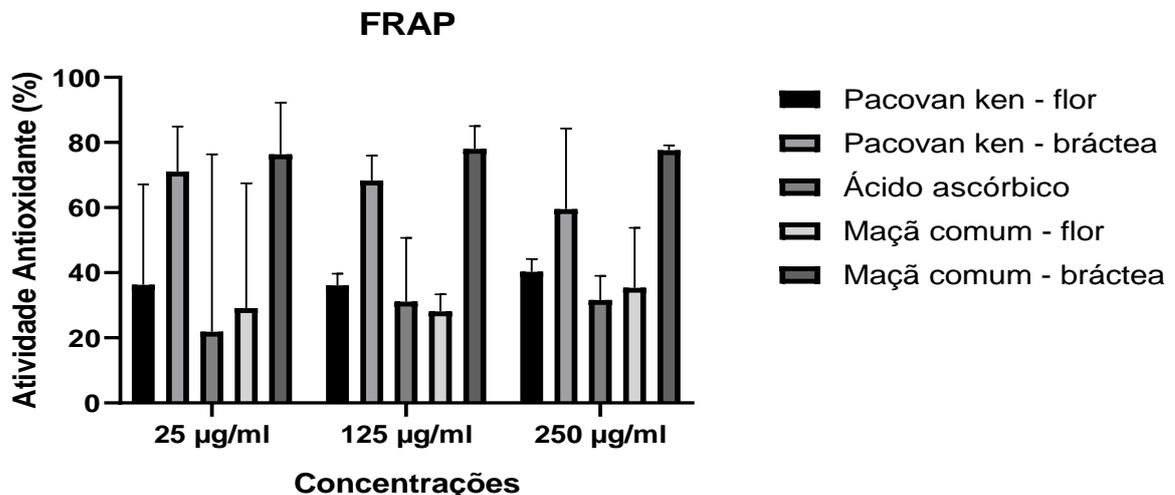
Gráfico 5 - Galil 18



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

As amostra de Pacovan Ken flor e bráctea apresentadas (Gráfico 6) exibem uma atividade antioxidante impressionante, com valores que se aproxima e, em alguns casos, ultrapassam o controle de ácido ascórbico, especialmente em concentrações elevadas.

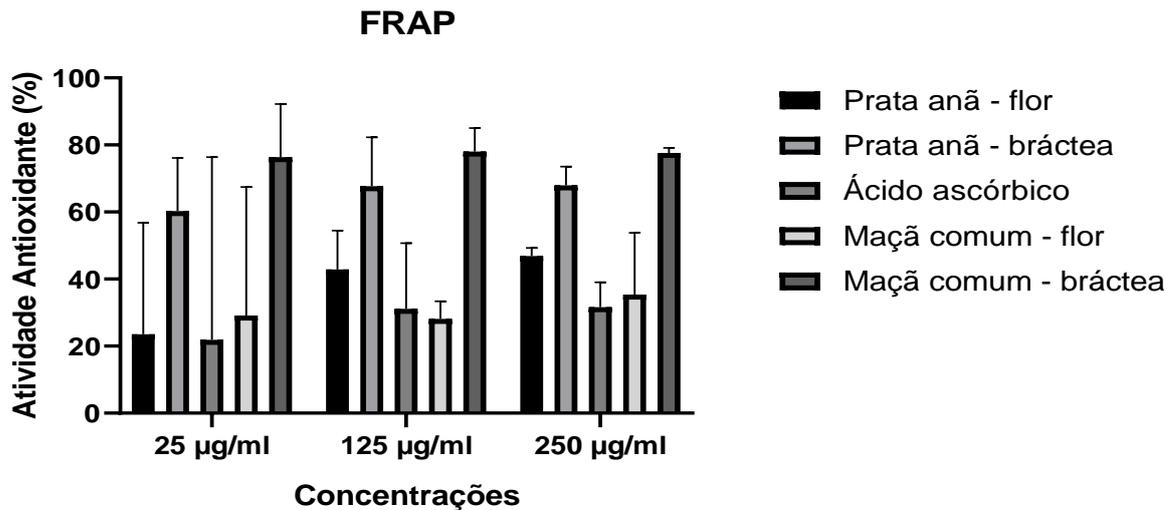
Gráfico 6 - Pacovan Ken



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico 7 destaca a atividade antioxidante das amostras Prata anã flor e bráctea. Com um aumento progressivo da atividade em concentrações mais altas, esta variedade mostra um desempenho promissor comparado ao controle e à maçã comum.

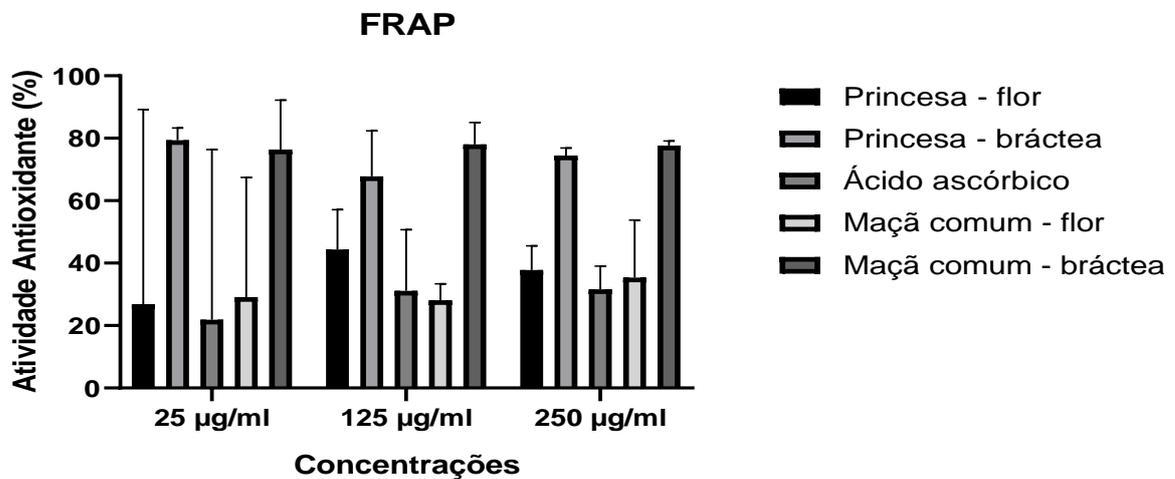
Gráfico 7 - Prata anã



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico 8, as amostras Princesa flor e bráctea mostram uma atividade antioxidante que compete com o controle de ácido ascórbico e supera a maçã comum em algumas concentrações. Isso ilustra a eficácia antioxidante desta variedade de banana.

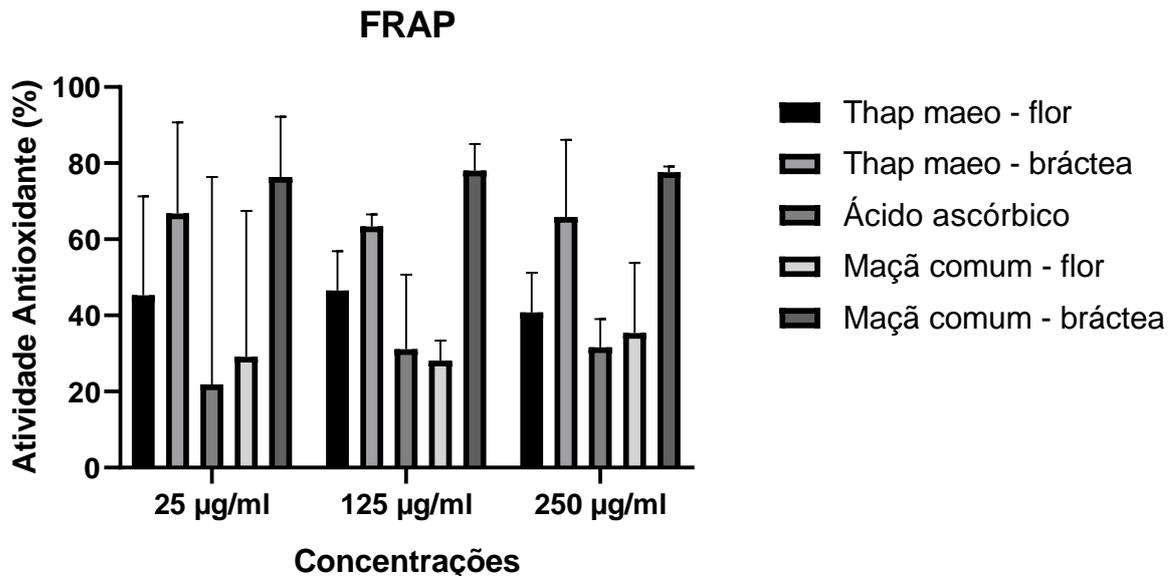
Gráfico 8 - Princesa



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O gráfico 9, a atividade antioxidante das amostras Thap maeo flor e bráctea é comparada com a maçã comum e o ácido ascórbico. As amostras Thap maeo exibem uma robusta atividade antioxidante especialmente em 250 µg/ml, mostrando a qualidade antioxidante desta variedade.

Gráfico 9 - Thap mae



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Os ensaios de atividade antioxidante, medidos pelo método FRAP, destacam o potencial antioxidante significativo em relação as médias descritas nos gráficos das amostras de banana e da variedade de maçã comum. Observou-se que a capacidade de neutralizar radicais livres é intensificada com o aumento da concentração do extrato testado, evidenciando uma relação dose-resposta característica de compostos antioxidantes. Em comparação com o ácido ascórbico, que é um referencial reconhecido devido à sua capacidade antioxidante, várias amostras apresentaram atividades comparáveis ou até superiores, particularmente nas concentrações mais elevadas.

A análise entre as flores e brácteas das variedades de banana estudadas revelou diferenças significativas na atividade antioxidante. Isso sugere variações nas concentrações de compostos bioativos entre as diferentes partes da planta. Enquanto as flores, de modo geral, exibiram maior atividade antioxidante que as brácteas, essa tendência não foi uniforme entre todas as variedades examinadas.

As variedades híbridas de banana, tais como 'Pacovan Ken', 'Prata anã' e 'Thap maeo', demonstraram um espectro amplo de atividades antioxidantes, com algumas destacando-se por sua alta capacidade antioxidante, especialmente em concentrações maiores. Essas variações podem ser reflexo de diferenças genéticas, ilustrando a rica diversidade antioxidante presente nas bananas (NOMURA *et al.*, 2020).

A maçã comum, usada como termo de comparação, mostrou de forma consistente uma atividade antioxidante elevada em todas as concentrações testadas, muitas vezes superando as variedades híbridas de banana. Este achado enfatiza o valor nutricional dos alimentos e sugere que a maçã comum pode ser uma fonte robusta de antioxidantes na dieta (Ren *et al.*, 2016; Sharma *et al.*, 2015).

Este estudo contribui para a compreensão da capacidade antioxidante das inflorescências de *Musa spp.*, destacando uma atividade antioxidante notavelmente maior nas brácteas em comparação com as flores. Este resultado contrasta com os achados de Padam *et al.*(2012), que ao estudar *Musa paradisiaca* cv. *Mysore* utilizando o método FRAP, observaram uma maior capacidade antioxidante nas flores do que nas brácteas. Esta discrepância realça a complexidade e a variabilidade intrínseca nas características bioquímicas das diferentes espécies de bananeira.

De acordo com Rodrigues (2020), a inflorescência da bananeira apresenta um elevado potencial antioxidante, alinhando-se com as descobertas deste estudo, que apontam as brácteas e as flores como fontes promissoras de antioxidantes, embora com variações significativas entre as partes da planta e as espécies estudadas. A importância da otimização dos métodos de extração na obtenção de compostos antioxidantes é sublinhada, visto que variações nos procedimentos de extração podem influenciar diretamente a eficácia na isolamento desses compostos das amostras, afetando a comparação entre brácteas e flores, como indicado por González-Montelongo, Lobo e González (2010).

Os resultados deste estudo são complementados por descobertas de pesquisas anteriores, ilustrando a diversidade e complexidade dos compostos bioativos nas diferentes partes da bananeira. O estudo de Studi *et al.* (2019) identificou elevada atividade antioxidante no extrato de folhas de *Musa balbisiana*, evidenciando a variabilidade nas propriedades antioxidantes entre diferentes espécies e partes da planta. Apesar da presença visual sugerir antocianinas, pigmentos responsáveis pela coloração intensamente avermelhada em algumas espécies de bananeira, nosso

estudo não identificou explicitamente esses compostos através de testes. A necessidade de mais pesquisas para estabelecer uma correlação clara entre a atividade antioxidante e os conteúdos de fenólicos totais e flavonoides é, portanto, evidenciada.

Além disso, estudos como o de Kitdamrongsont *et al.* (2008) e Padam *et al.* (2012) indicam que as inflorescências de bananeira da variedade maçã são ricas em antocianinas, com propriedades antioxidantes e antibacterianas expressivas, reforçando o potencial das inflorescências de bananeira, incluindo brácteas e flores, como fontes valiosas de compostos bioativos. A ausência de identificação específica de antocianinas em nosso estudo não diminui a importância das brácteas e flores como fontes de antioxidantes, mas destaca a necessidade de investigações adicionais para uma compreensão mais completa de sua composição química e propriedades biológicas. Em síntese, a literatura sugere uma variedade de compostos bioativos nas diferentes partes da bananeira, e nosso estudo contribui para esta narrativa ao destacar as variações na capacidade antioxidante entre brácteas e flores de várias espécies de *Musa spp.*, incentivando mais pesquisas para explorar seu potencial em aplicações terapêuticas e industriais.

5.5 BIOENSAIO DE CITOTOXICIDADE REALIZADO CONTRA *Artêmia Salina*

O Gráfico 10 mostra como a curva relacionada ao extrato BRS Pacoua aumenta gradualmente e se torna mais íngreme, indicando um aumento significativo na mortalidade em concentrações mais elevadas. De maneira similar, o Gráfico 11 apresenta uma curva sigmoidal, demonstrando um aumento consistente da mortalidade com a concentração.

Prosseguindo com a análise, o Gráfico 12 destaca uma curva de resposta íngreme, sugerindo que a mortalidade aumenta acentuadamente em concentrações mais altas. O Gráfico 13, por sua vez, revela um aumento acentuado da mortalidade em altas concentrações, com um CL50 de 84,04 µg/ml. Da mesma forma, o Gráfico 14 exibe uma curva sigmoidal, onde a mortalidade aumenta gradualmente conforme a concentração aumenta, acentuando-se em torno do valor de CL50 de 26,95 µg/ml, sugerindo uma toxicidade relativamente alta entre os extratos testados.

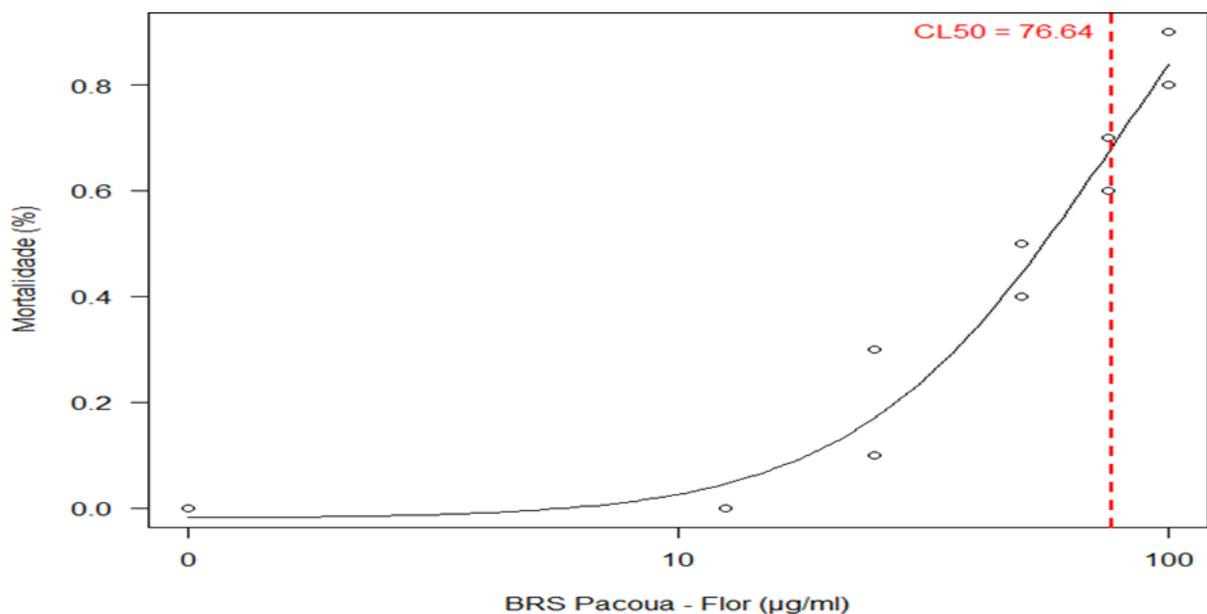
A relação entre a concentração do extrato e a mortalidade continua a ser uma tendência observada nos Gráficos subsequentes. O Gráfico 15 mostra um aumento

acentuado na mortalidade diretamente proporcional ao aumento da concentração do extrato. O Gráfico 16 exibe um aumento súbito na mortalidade perto do fim da escala de concentração, com um CL50 de 104,35 $\mu\text{g/ml}$. Similarmente, os Gráficos 17 e 18 indicam um aumento acentuado da mortalidade em concentrações altas, com valores de CL50 de 97,61 $\mu\text{g/ml}$ e 93,51 $\mu\text{g/ml}$, respectivamente, apontando para uma toxicidade relativamente baixa.

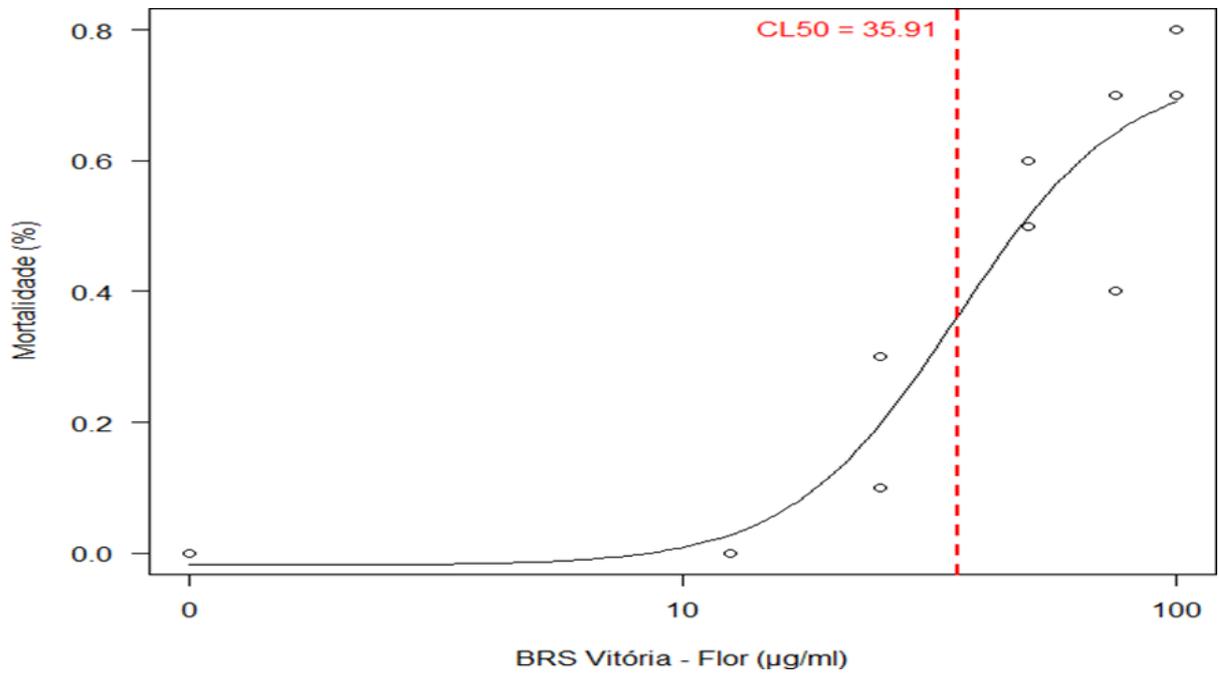
O Gráfico 19 evidencia um aumento rápido da mortalidade em concentrações mais elevadas, com um CL50 de 94,08 $\mu\text{g/ml}$. Seguindo esse padrão, o Gráfico 20 mostra uma resposta de mortalidade que aumenta abruptamente após uma certa concentração, enquanto o Gráfico 21 exibe uma curva inicialmente plana que se torna íngreme à medida que se aproxima do CL50. Esta tendência é mantida no Gráfico 22, onde um CL50 de 61,23 $\mu\text{g/ml}$ indica uma toxicidade maior, exigindo uma menor concentração para atingir a mortalidade de 50%.

Nos Gráficos 23 a 29, observa-se uma continuidade no padrão, com curvas que variam desde uma resposta plana até um ponto crítico onde a mortalidade sobe rapidamente, até curvas que mostram uma inclinação gradual aumentando mais íngreme perto do CL50. Esses gráficos revelam um espectro diversificado de toxicidade entre os extratos, com alguns, como no Gráfico 24, sugerindo uma baixa toxicidade com um CL50 de 104,80 $\mu\text{g/ml}$, enquanto outros, como nos Gráficos 25 a 29, indicam toxicidades variando de moderada a baixa.

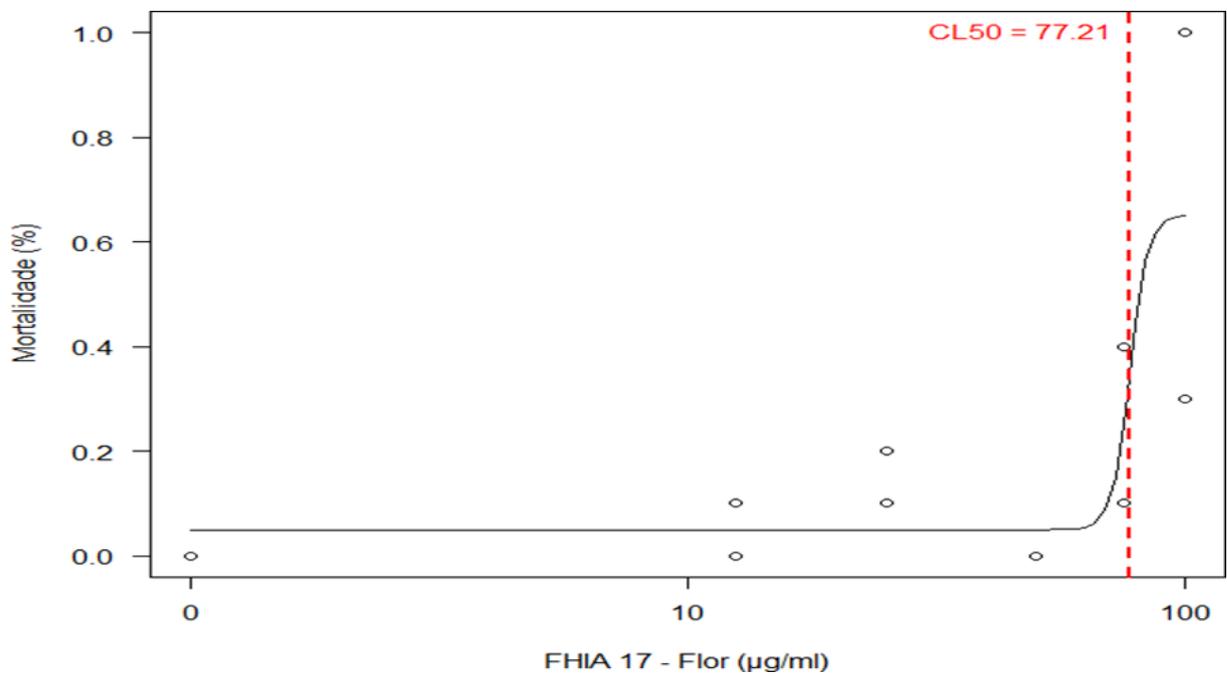
Gráfico 10 - Curva Dose-Resposta BRS Pacoua - Flor



Fonte: Elaborado pelo autor.

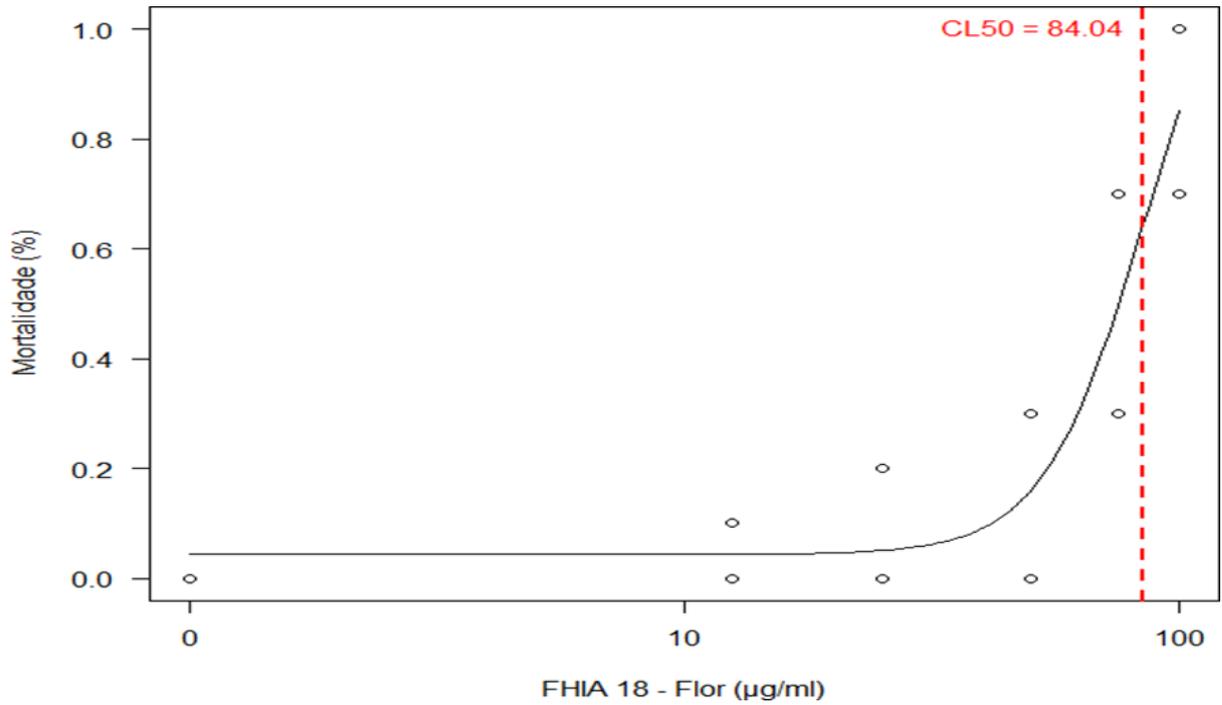
Gráfico 11 - Curva Dose-Resposta BRS Vitória - Flor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 12 - Curva Dose-Resposta FHIA 17 - Flor

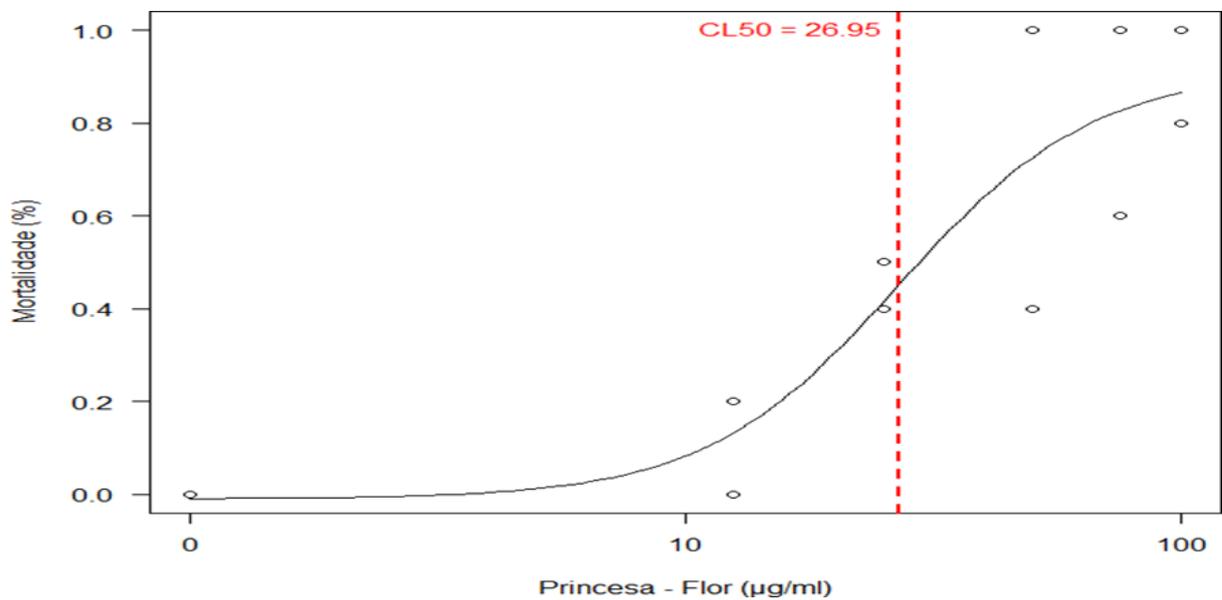
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 13 - Curva Dose-Resposta FHIA 18 - Flor

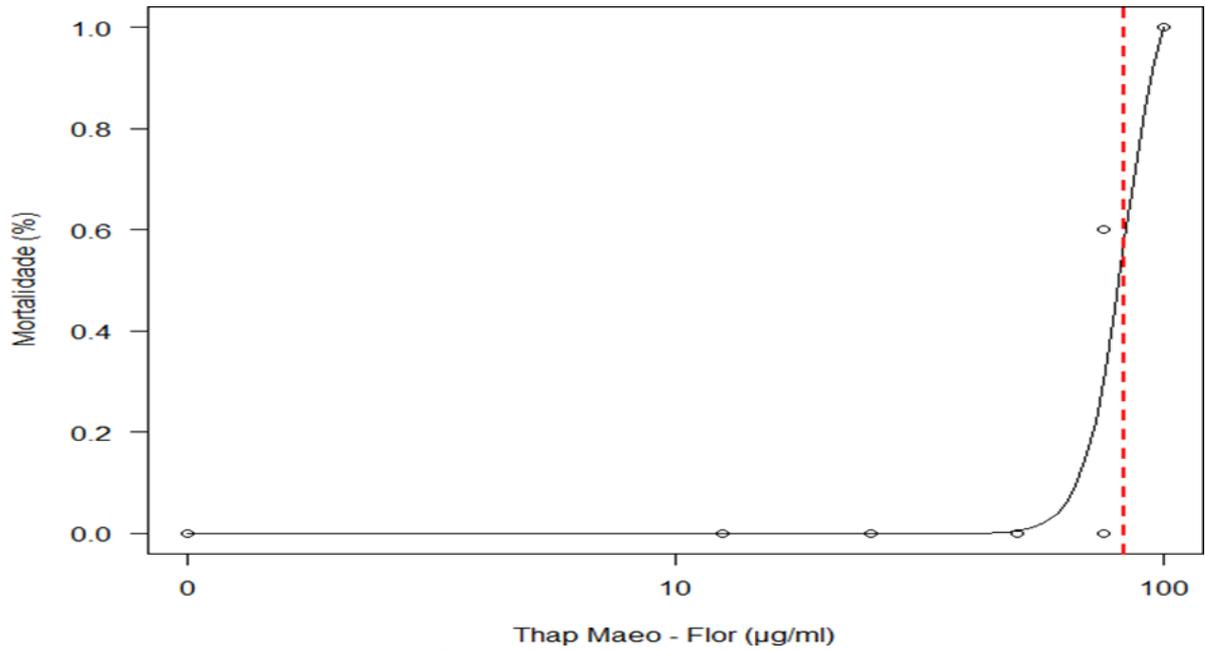


Fonte: Elaborado pelo autor.

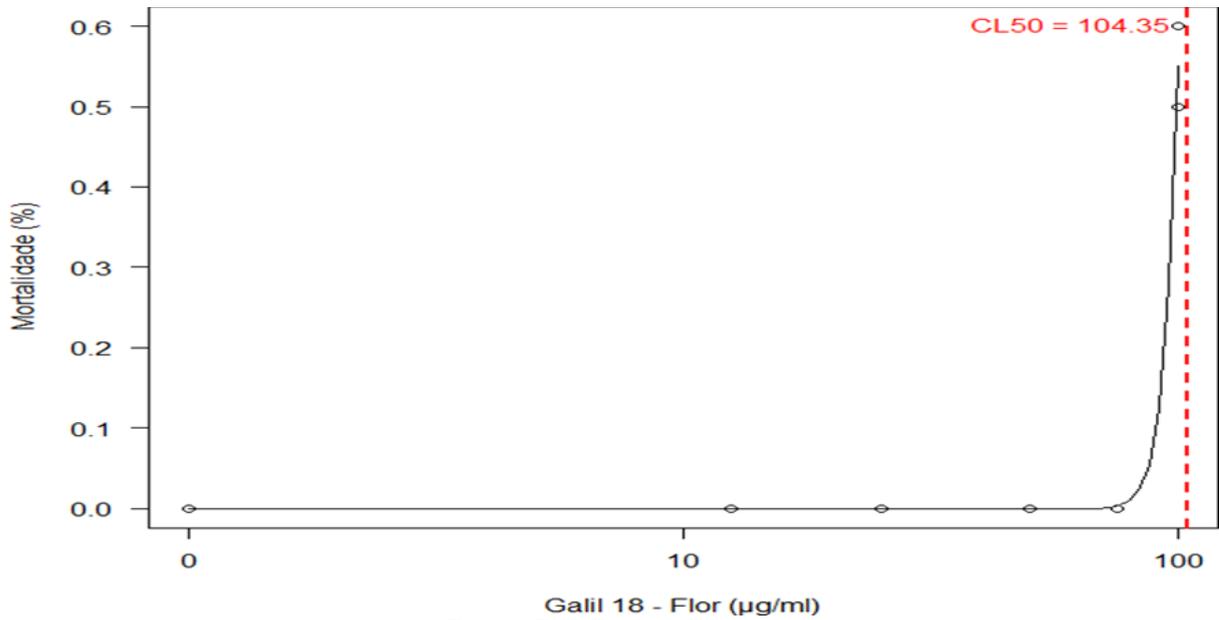
Gráfico 14 - Curva Dose-Resposta Princesa - Flor



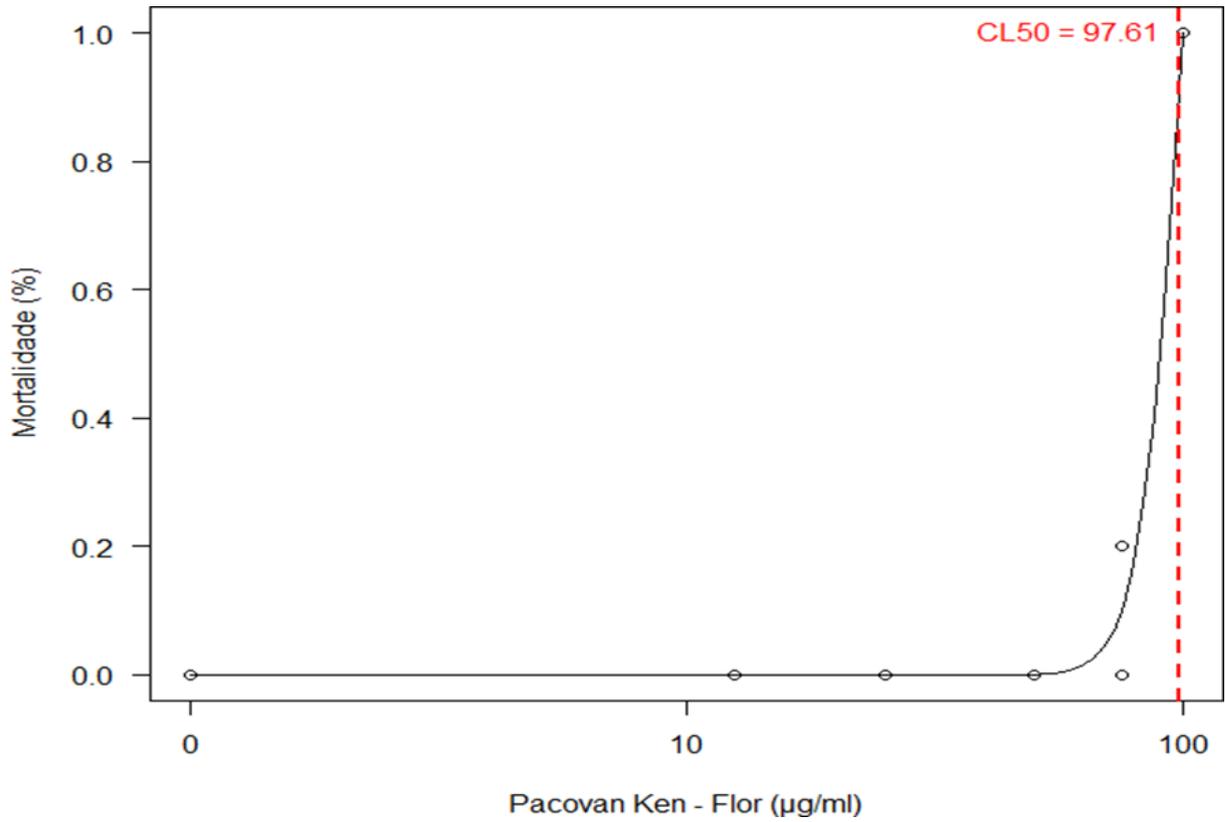
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 15 - Curva Dose-Resposta Thap Maeo - Flor

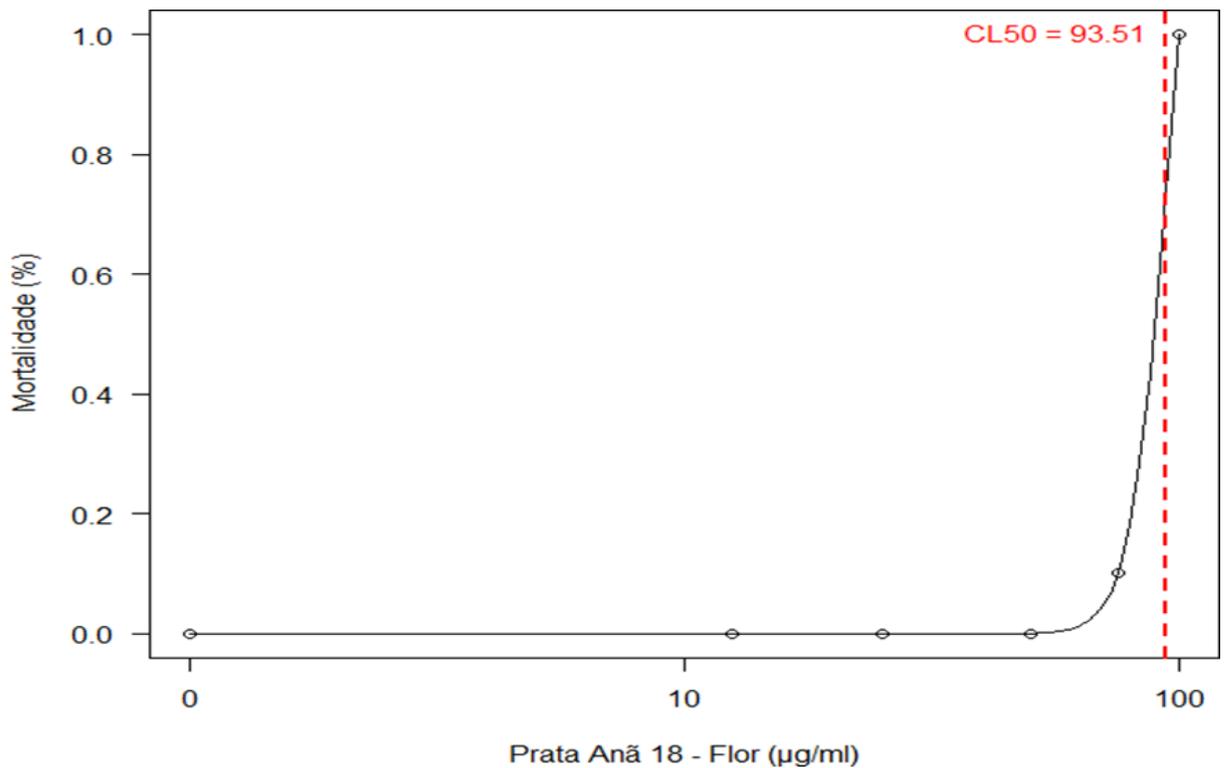
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 16 - Curva Dose-Resposta Galil 18 - Flor

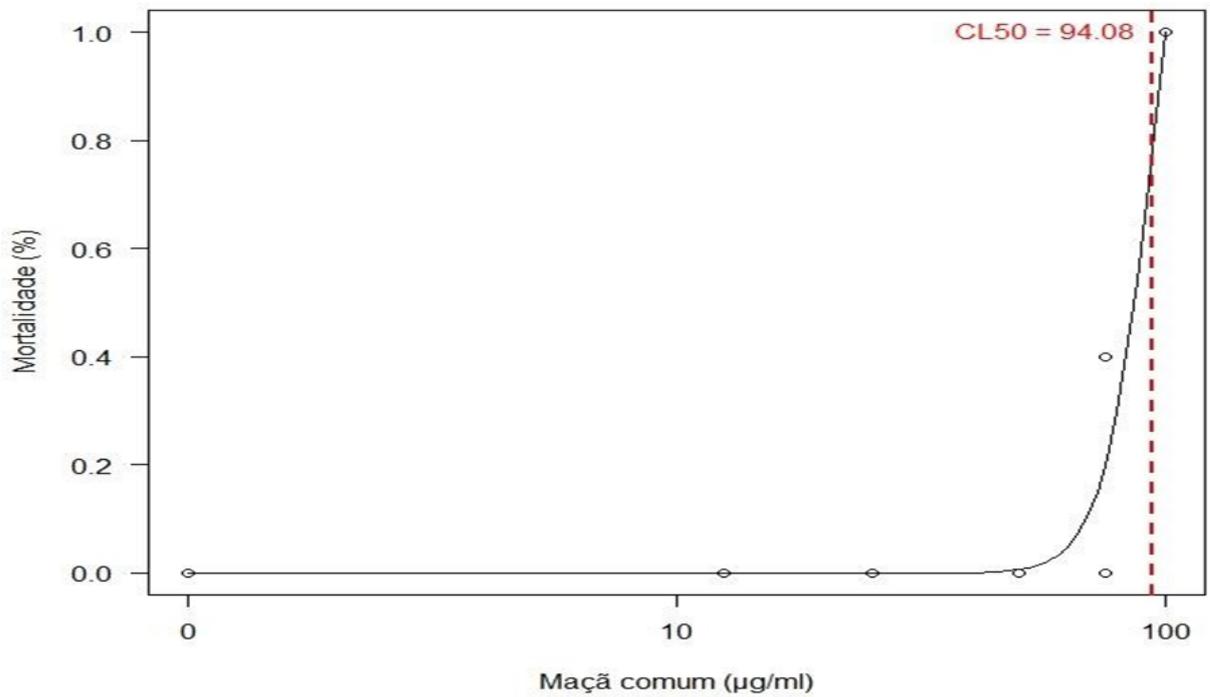
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 17 - Curva Dose-Resposta Pacovan Ken - Flor

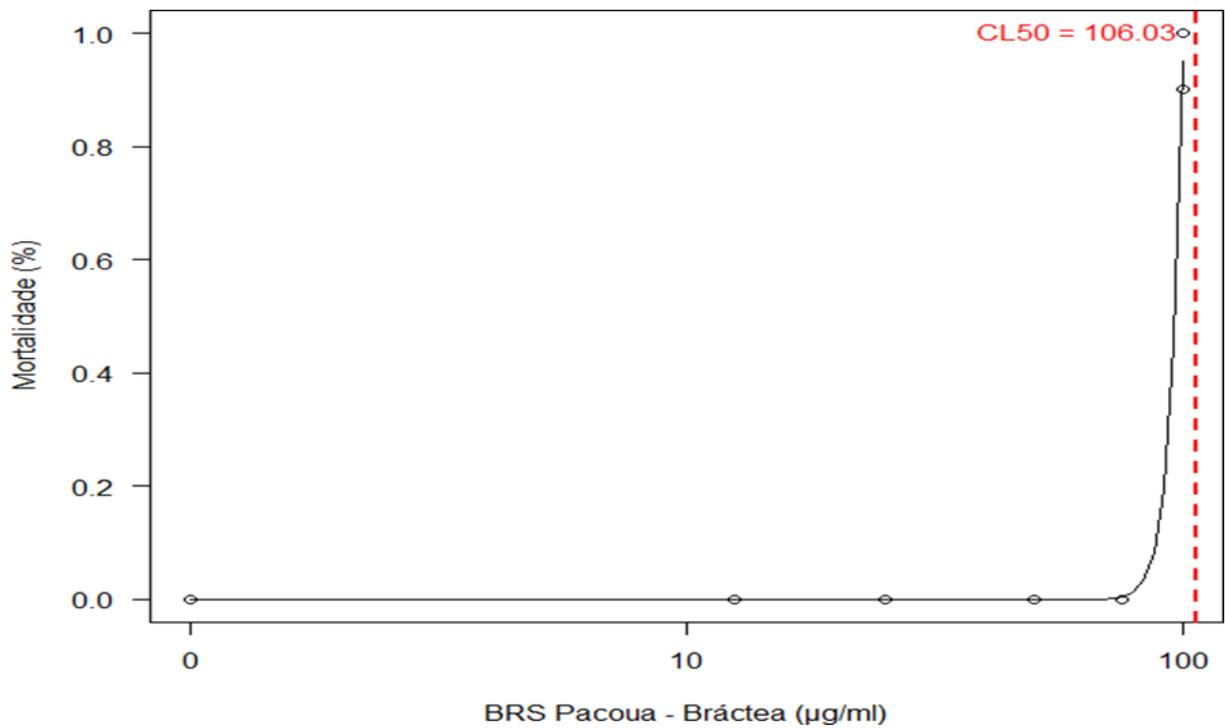
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 18 - Curva Dose-Resposta Prata Anã - Flor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 19 - Curva Dose-Resposta Variedade de Maçã comum - Flor

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 20 - Curva Dose-Resposta BRS Pacoua - Bráctea

Fonte: Elaborado pelo autor.

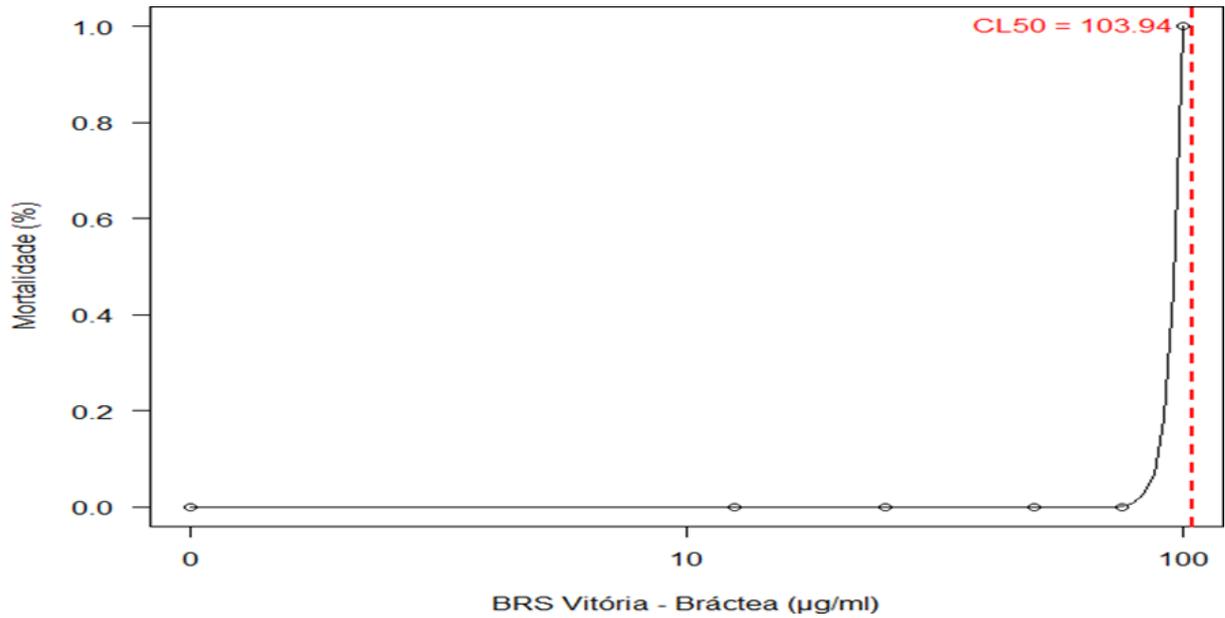
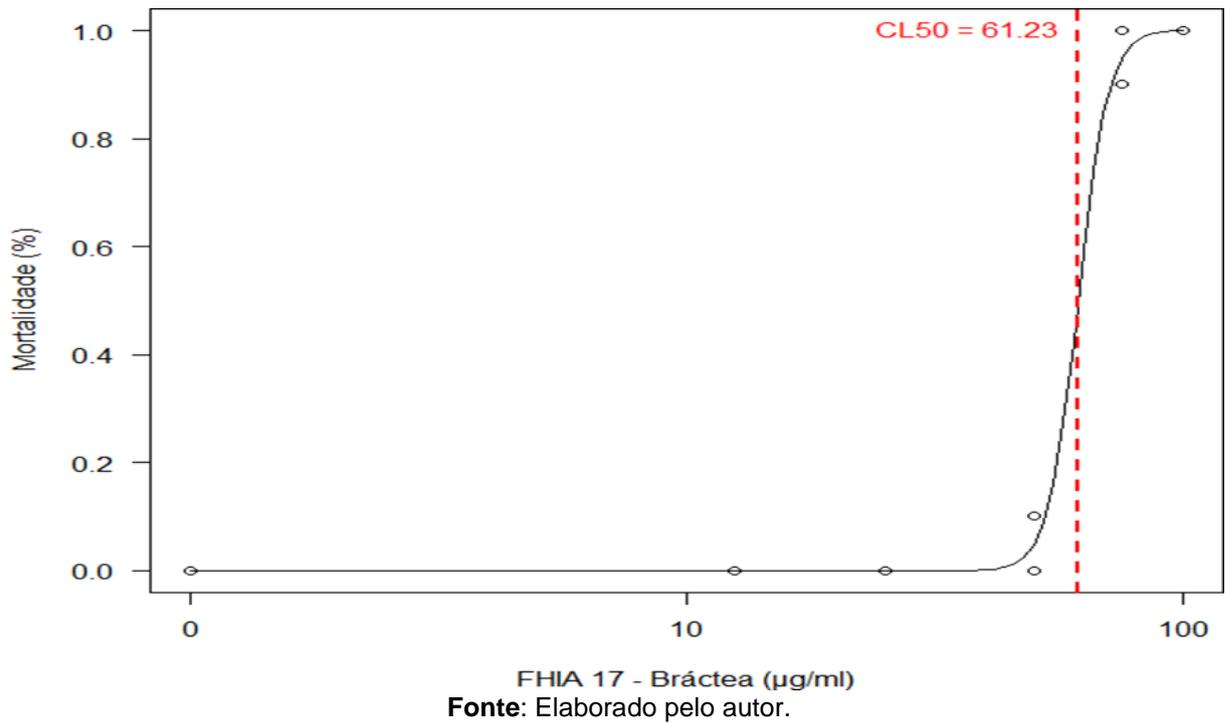
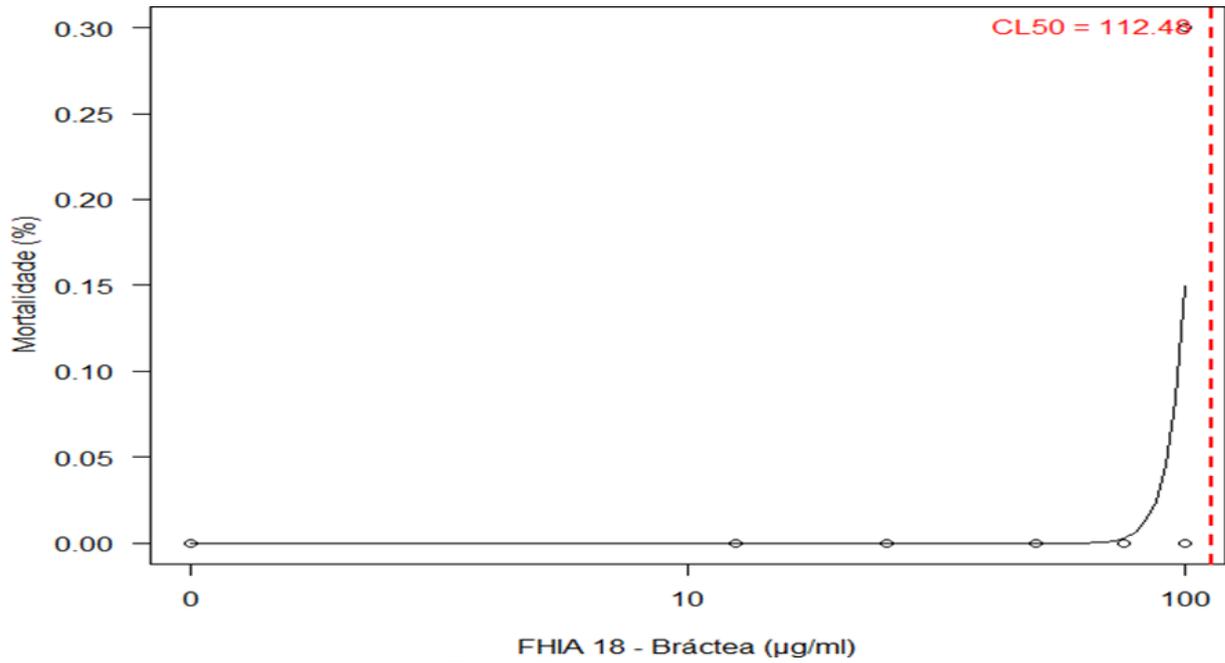
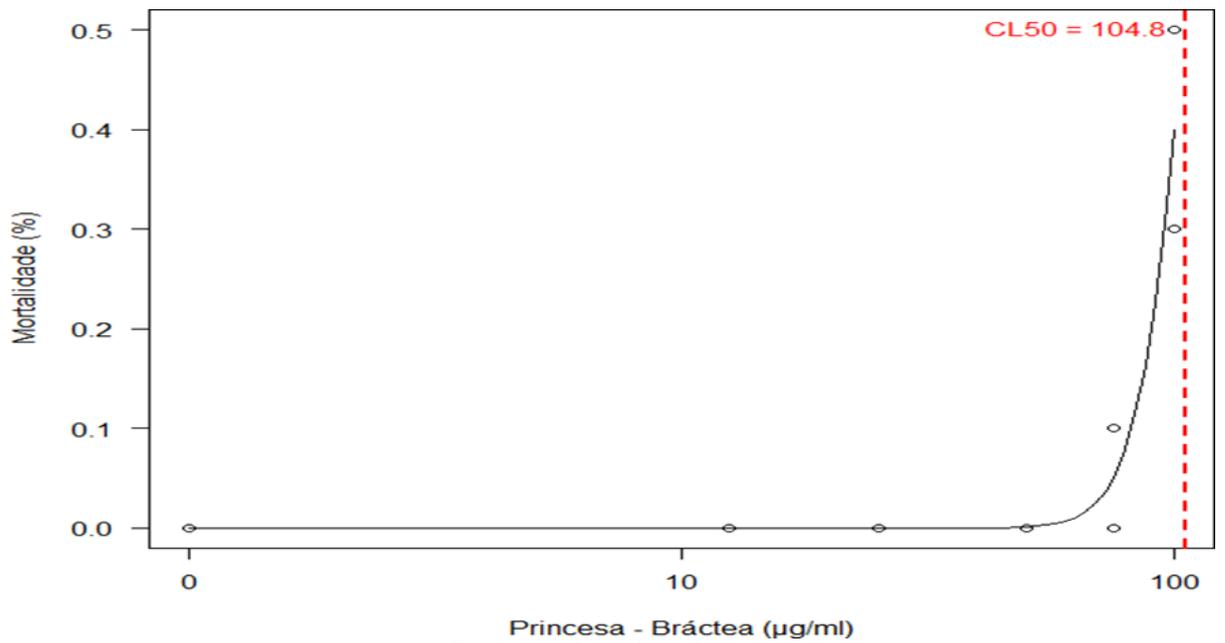
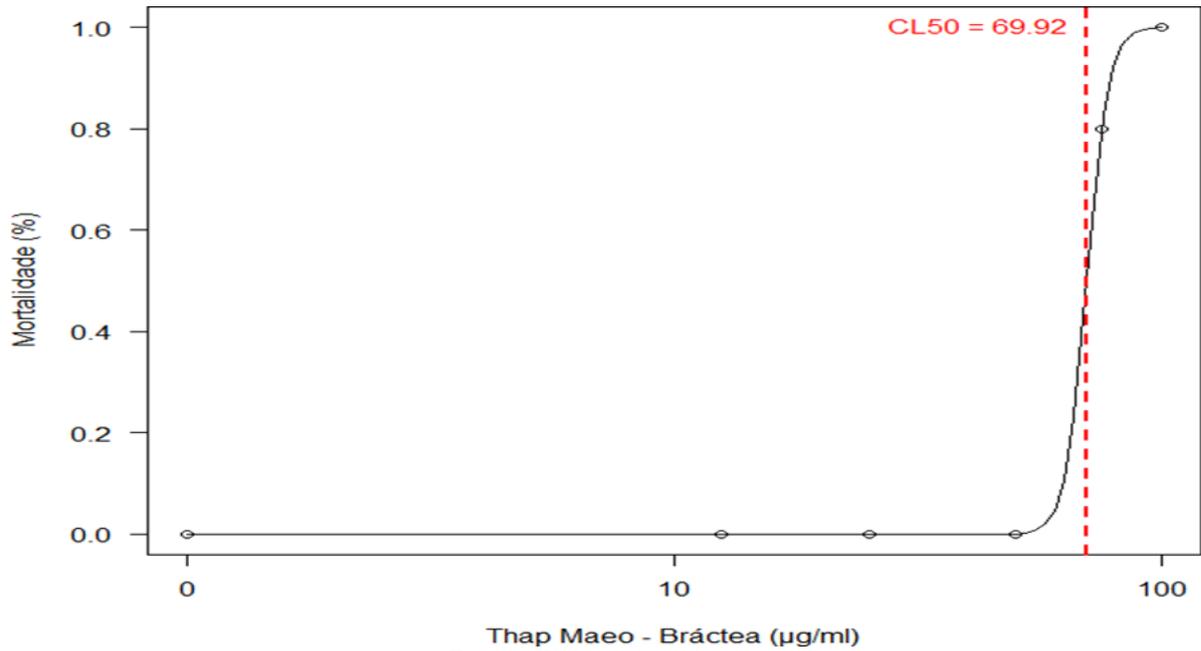
Gráfico 21 - Curva Dose-Resposta BRS Vitória - Bráctea**Gráfico 22 - Curva Dose-Resposta FHIA 17 - Bráctea**

Gráfico 23 - Curva Dose-Resposta FHIA 18 - Bráctea

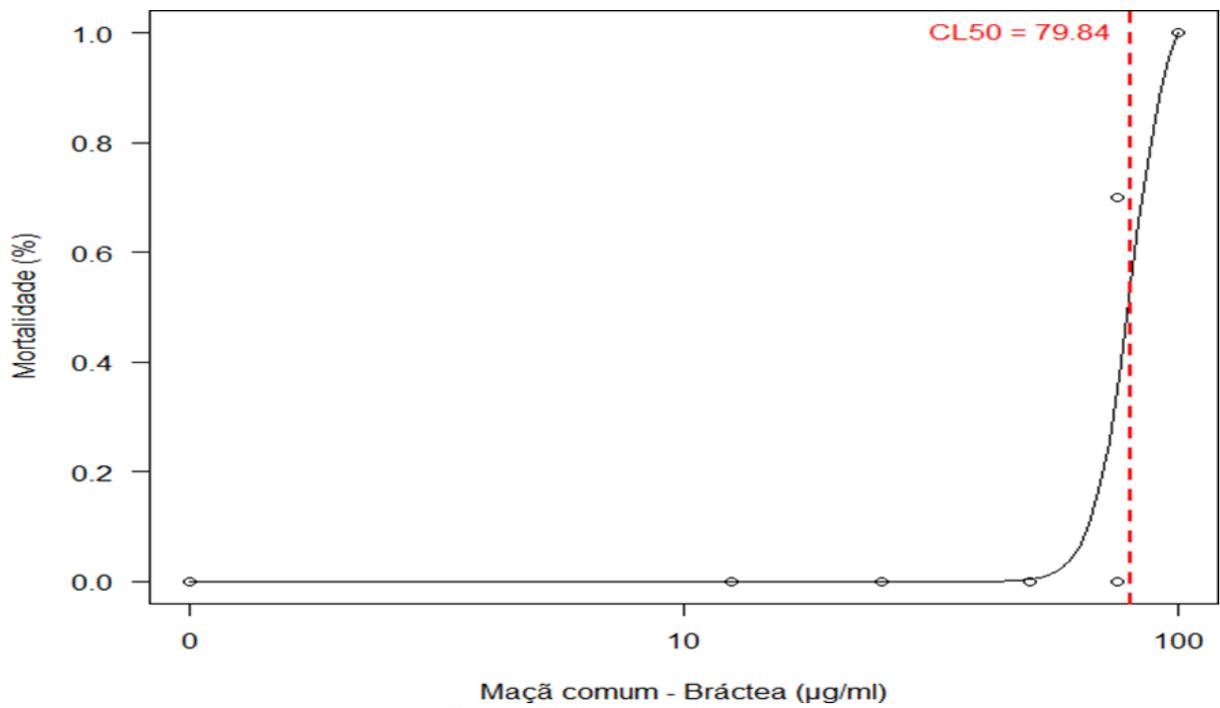
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 24 - Curva Dose-Resposta Princesa - Bráctea

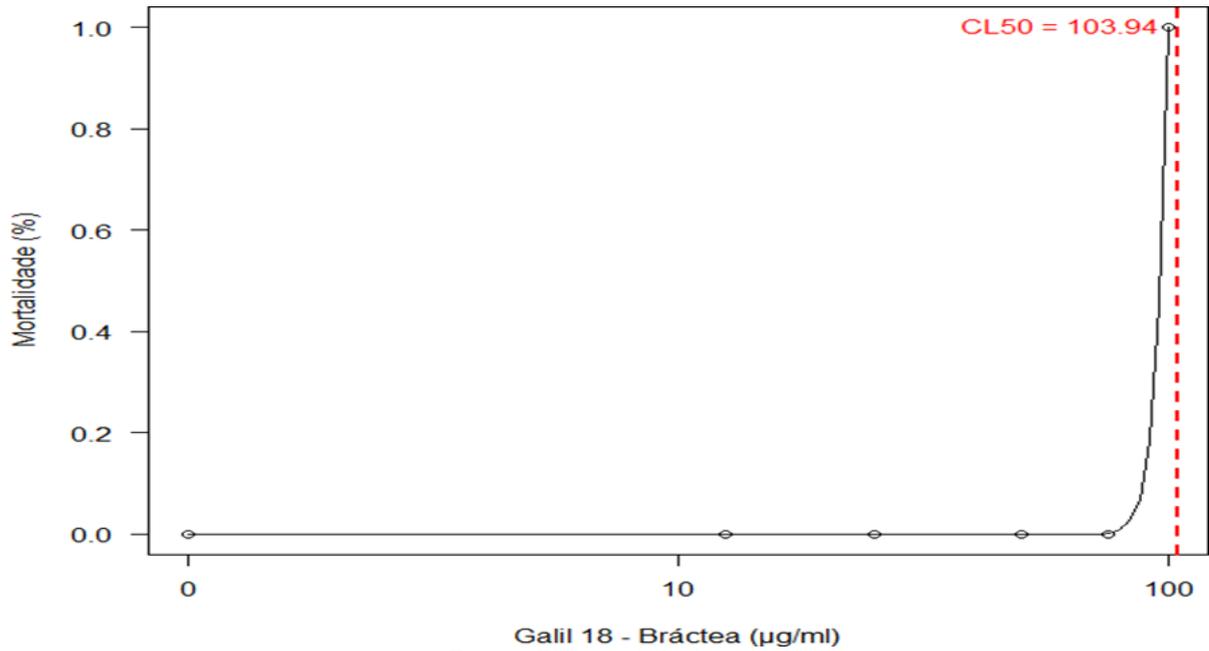
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 25 - Curva Dose-Resposta Thap Maeo - Bráctea

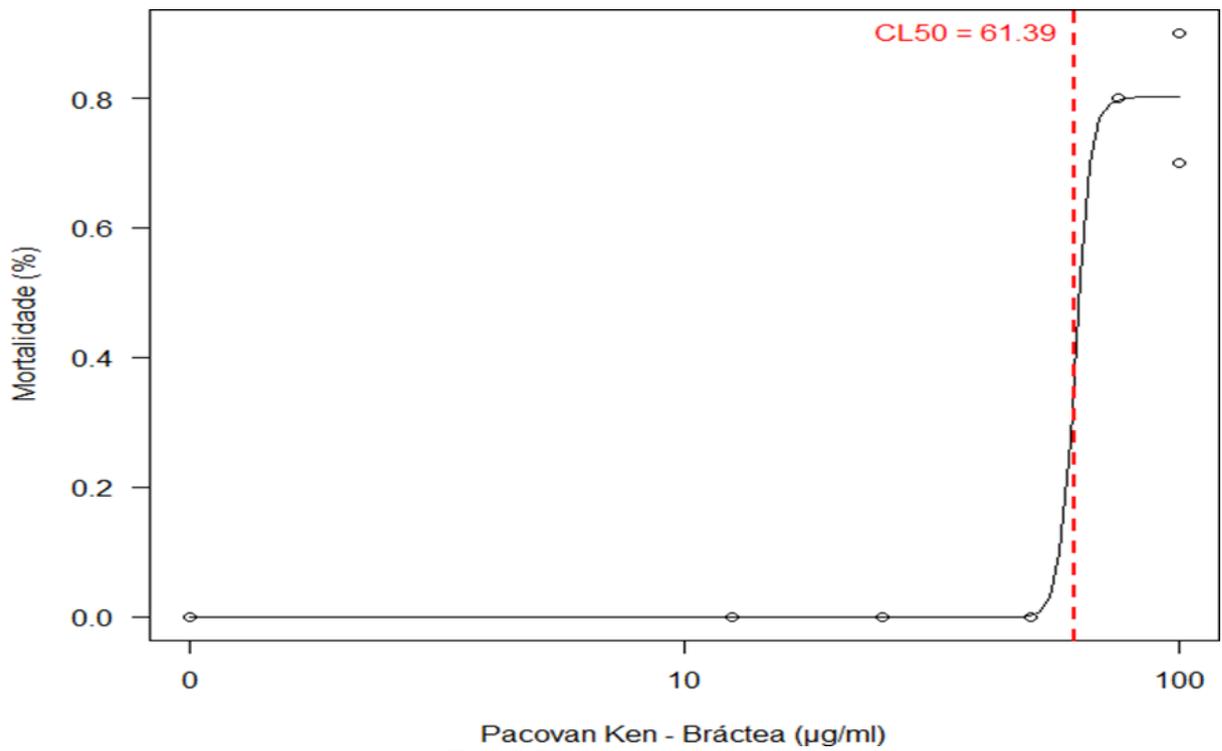
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 26 - Curva Dose-Resposta Variedade de Maçã comum - Bráctea

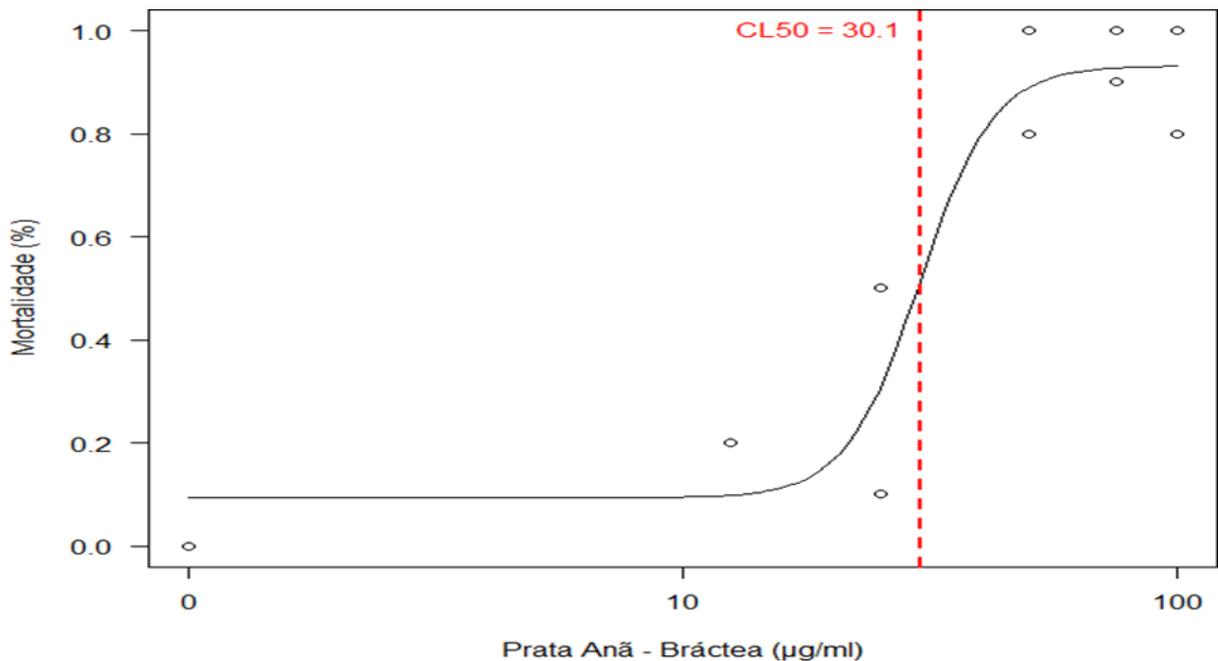
Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 27 - Curva Dose-Resposta Galil 18 - Bráctea

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 28 - Curva Dose-Resposta Pacovan Ken - Bráctea

Fonte: Elaborado pelo autor.

Gráfico 29 - Curva Dose-Resposta Prata Anã - Bráctea

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisarmos os gráficos de CL50 de diferentes extratos, constatamos um amplo espectro de toxicidade. As substâncias 'Princesa - Flor', 'BRS Vitória - Flor' e 'Prata Anã - Bráctea' se destacam por sua elevada toxicidade, exigindo menores concentrações para atingir uma taxa de mortalidade de 50%, o que sinaliza uma potencial periculosidade desses extratos. Em contrapartida, os extratos 'Galil 18 - Bráctea', 'Pacovan Ken - Bráctea' e 'FHIA 18 - Bráctea' apresentam toxicidade mais baixa, necessitando de concentrações mais elevadas para alcançar o mesmo efeito letal. Essas diferenças enfatizam a importância de uma avaliação detalhada da toxicidade, considerando não apenas a substância em si, mas também a parte específica da planta de onde é extraída, seja flor ou bráctea, influenciando diretamente as suas propriedades tóxicas.

Os testes de toxicidade são cruciais antes de se recomendar qualquer tipo de tratamento, especialmente considerando que alguns produtos podem ter uma concentração terapêutica próxima da letal, como destacado por Claudiano *et al.* (2012).

CONCLUSÃO

Este estudo revelou que as inflorescências de bananeira (*Musa spp.*) são quimicamente ricas e biologicamente potentes. O extrato Pacovan Ken (Flor) se destacou por sua forte atividade antifúngica contra *C. albicans*. As inflorescências também mostraram significativa atividade antioxidante, comparável ou superior ao ácido ascórbico, indicando seu potencial como fonte de antioxidantes naturais. A análise de toxicidade variou entre os extratos, com alguns mostrando maior toxicidade e outros sendo mais seguros para uso terapêutico e industrial. Este estudo enfatiza a importância de compreender as propriedades das inflorescências de bananeira para seu uso seguro e eficaz em aplicações terapêuticas e industriais.

REFERENCIAS

ABD GHAFAR, S. A.; HASAN FIKRI, I. H.; ESHAK, Z. Antioxidant Activity of Musa Paradisiaca (Banana) Soft Pith and Its Cytotoxicity Against Oral Squamous Carcinoma Cell Lines. 2019.

AHMAD, Bashir Ado et al. Phytochemical screening, antioxidant activity of pure syringin in comparison to various solvents extracts of Musa paradisiaca (banana) (fruit and flower) and total phenolic contents. *Int J Pharm Pharm Sci*, v. 7, n. 5, p. 242-7, 2015.

AJIJOLAKEWU, K. A., Ayoola, A. S., Agbabiaka, T. O., Zakariyah, F. R., Ahmed, N. R., Oyedele, O. J., & Sani, A. (2021). A review of the ethnomedicinal, antimicrobial, and phytochemical properties of Musa paradisiaca (plantain). *Bulletin of the National Research Centre*, 45, 86. <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00549-3>.

ALIM, Z. et al. Inhibition behaviours of some phenolic acids on rat kidney aldose reductase enzyme: an in vitro study. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, v. 32, n. 1, p. 277–284, 1 jan. 2017.

AMRI, F. S. A.; HOSSAIN, M. A. Comparison of total phenols, flavonoids and antioxidant potential of local and imported ripe bananas. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 5, n. 4, p. 245–251, 1 dez. 2018.

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.

ARA, F.; TRIPATHY, A.; GHOSH, D. Possible Antidiabetic and Antioxidative Activity of Hydro-Methanolic Extract of *Musa balbisiana* (Colla) Flower in Streptozotocin-Induced Diabetic Male Albino Wistar Strain Rat: A Genomic Approach. *ASSAY and Drug Development Technologies*, v. 17, n. 2, p. 68–76, mar. 2019.

ARINZECHUKWU, C. S.; NKAMA, I. Production and Quality Evaluation of Fruit Bars from Banana (*Musa sapientum*) and Cashew (*Anacardium occidentale*) Apple Fruit Blends. *Asian Food Science Journal*, p. 1–16, 29 jun. 2019.

AYOOLA-ORESANYA, I. O. et al. Effect-directed profiling and identification of bioactive metabolites from field, in vitro-grown and acclimatized *Musa* spp. accessions using high-performance thin-layer chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, v. 1616, p. 460774, 12 abr. 2020.

BABA, S. A.; MALIK, S. A. Evaluation of antioxidant and antibacterial activity of methanolic extracts of *Gentiana kurroo royle*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, v. 21, n. 5, p. 493–498, 1 nov. 2014.

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.

BANKAR, A. M.; DOLE, M. N. Formulation and evaluation of herbal antimicrobial gel containing *Musa acuminata* leaves extract. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 5, n. 1, p. 01–03, 2016.

BARBOSA, Helenildo Mesquisa et al. Abordagem fitoquímica de metabólitos secundários em *Solanum acanthodes* (Solanaceae) Hook. *South American Journal of Basic Education, Technical and Technological*, v. 4, n. 1, 2017.

BARROSO, W. A. et al. Chemical composition and cytotoxic screening of *Musa cavendish* green peels extract: Antiproliferative activity by activation of different cellular death types. *Toxicology in vitro: an international journal published in association with BIBRA*, v. 59, p. 179–186, set. 2019.

BASHIR, F. et al. Phytochemistry and Antimicrobial Activities of Different Varieties of Banana (*Musa Acuminata*) Peels Available in Quetta City. *Polish Journal of Environmental Studies*, v. 30, 26 nov. 2020.

BASUMATARY, S.; NATH, N. Assessment of Chemical Compositions and in vitro Antioxidant Properties of *Musa balbisiana* Colla Inflorescence. v. 10, 28 mar. 2018.

BONIFAZ, *Micologia Médica Básica*, McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. A subsidiary of the McGraw-Hill Companies, 2015.

BEGUM, Y. A.; DEKA, S. C. Chemical profiling and functional properties of dietary fibre rich inner and outer bracts of culinary banana flower. *Journal of Food Science and Technology*, v. 56, n. 12, p. 5298–5308, dez. 2019.

BEHIRY, S. I. et al. Antifungal and Antibacterial Activities of *Musa paradisiaca* L. Peel Extract: HPLC Analysis of Phenolic and Flavonoid Contents. *Processes*, v. 7, n. 4, p. 215, abr. 2019.

BHASKAR, J. J. et al. Banana (*Musa* sp. var. *elakki bale*) Flower and Pseudostem: Dietary Fiber and Associated Antioxidant Capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 60, n. 1, p. 427–432, 11 jan. 2012.

BISHT, R.; CHANYAL, S.; AGRAWAL, P. Antimicrobial and phytochemical analysis of leaf extract of medicinal fruit plants. v. 9, p. 131–136, 1 jul. 2016.

BONATO, C. B. *Introdução a Métodos Cromatográficos*. 7. ed. CAMPINAS – SP: UNICAMP, 1997.

CAPELETI, J. P. D. F.; TRISTÃO, T. C. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA IN VITRO DE EXTRATOS DA *Moringa oleífera* Lamarck SOBRE MICRORGANISMOS DE IMPORTÂNCIA MÉDICA. 16 set. 2019.

CLAUDIANO, G. S. et al. CONCENTRAÇÃO LETAL CL50 DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE *TERMINALIA CATAPPA* EM GUARU, *PHALLOCEROS CAUDIMACULATUS*. *Archives of Veterinary Science*, v. 17, n. 3, 1 ago. 2012.

CHRISTELOVÁ, P. et al. A multi gene sequence-based phylogeny of the Musaceae (banana) family. *BMC Evolutionary Biology*, v. 11, n. 1, p. 103, 16 abr. 2011.

CHUNG, Y.-C. et al. Antioxidative Activity and Safety of the 50 Ethanolic Extract from Red Bean Fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, n. 8, p. 2454–2458, 1 abr. 2002.

COSTA, Luis Paulo de Sousa. Documentação química e farmacológica de espécies vegetais do cerrado e caatinga Piauiense. Piauí, 2014.

DOTTO, J.; MATEMU, A. O.; NDAKIDEMI, P. A. Nutrient composition and selected physicochemical properties of fifteen Mchare cooking bananas: A study conducted in northern Tanzania. *Scientific African*, v. 6, p. e00150, 1 nov. 2019.

DUTTA, P. K.; DAS, A. K.; BANERJI, N. A tetracyclic triterpenoid from *Musa paradisiaca*. *Phytochemistry*, v. 22, n. 11, p. 2563–2564, 1983.

EMBRAPA (2019). Registradas as primeiras variedades de banana-da-terra do Brasil. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41393172/registradas-as-primeiras-variedades-de-banana-da-terra-do-brasil>>. Acesso em: 21 ago. 2023.

EVBUOMWAN, L. et al. EVALUATING THE ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF *Musa acuminata* (BANANA) FRUIT PEELS AGAINST MULTIDRUG RESISTANT BACTERIAL ISOLATES. 2018.

FINGOLO, C. E. et al. The natural impact of banana inflorescences (*Musa acuminata*) on human nutrition. *Anais Da Academia Brasileira De Ciencias*, v. 84, n. 4, p. 891–898, dez. 2012.

GANUGAPATI, J.; BALDWA, A.; LALANI, S. Molecular docking studies of banana flower flavonoids as insulin receptor tyrosine kinase activators as a cure for diabetes mellitus. *Bioinformation*, v. 8, n. 5, p. 216–220, 17 mar. 2012.

GERVÁSIO, S. V.; BATITUCCI, M. D. C. P. Review: Biological, antioxidant and phytochemical activities of *Musa* spp. *Ciencia Rural*, v. 53, n. 12, p. undefined-undefined, 2023.

GHAFFAR, S. A. A.; FIKRI, I. H. H.; ESHAK, Z. Antioxidant Activity of *Musa Paradisiaca* (Banana) Soft Pith and Its Cytotoxicity Against Oral Squamous Carcinoma Cell Lines. 2019.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Química Nova*, v. 30, p. 374–381, abr. 2007.

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.

GUO, H.; LING, W. The update of anthocyanins on obesity and type 2 diabetes: Experimental evidence and clinical perspectives. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, v. 16, n. 1, p. 1–13, 1 mar. 2015.

HARITH, S. S., Yasim, N. H., Harun, A., Omar, W. S., & Musa, M. S. (2018). Phytochemical screening, antifungal and antibacterial activities of *Musa acuminata* plant. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 22(3), 452–457.

Huang, D.; Ou, B.; Prior, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 1841-1856, 2005.

JAWLA, S.; KUMAR, Y.; KHAN, M. Antimicrobial and antihyperglycemic activities of *Musa paradisiaca* flowers. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 2, n. 2, Supplement, p. S914–S918, 1 fev. 2012.

K. B., A. et al. Short chain fatty acids enriched fermentation metabolites of soluble dietary fibre from *Musa paradisiaca* drives HT29 colon cancer cells to apoptosis. *PLoS ONE*, v. 14, n. 5, p. e0216604, 16 maio 2019.

KALACHAVEEDU, M. et al. Antimicrobial activity of some indigenous plants. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 66, p. 123–125, 1 jan. 2004.

KARADI, R. et al. Antimicrobial Activities of *Musa paradisiaca* and *Cocos nucifera*. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, v. 2, 1 jan. 2011.

KOOKAL, S. K.; THIMMAIAH, A. Nutritional Composition of Staple Food Bananas of Three Cultivars in India. *American Journal of Plant Sciences*, v. 9, n. 12, p. 2480–2493, 2 nov. 2018.

KHANUM, F. et al. Dietary fiber content of commonly fresh and cooked vegetables consumed in India. *Plant Foods for Human Nutrition (Dordrecht, Netherlands)*, v. 55, n. 3, p. 207–218, 2000.

KIBRIA, A. A. et al. Extraction and Evaluation of Phytochemicals from Banana Peels () and Banana Plants (). *Malaysian Journal of Halal Research*, v. 2, n. 1, p. 22–26, 31 maio 2019.

KITDAMRONGSONT, K. et al. Anthocyanin Composition of Wild Bananas in Thailand. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 56, n. 22, p. 10853–10857, 26 nov. 2008.

KUMAR*, K. P. S. et al. Traditional and Medicinal Uses of Banana. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v. 1, n. 3, p. 51–63, 2012.

KWON-CHUNG, K. J.; BENNETT, J. E. Medical mycology. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, v. 34, p. 504–504, dez. 1992.

KWON-CHUNG, K. J.; SUGUI, J. A. *Aspergillus fumigatus*—What Makes the Species a Ubiquitous Human Fungal Pathogen? *PLoS Pathogens*, v. 9, n. 12, p. e1003743, 5 dez. 2013.

LAGE, G. A. Isolamento, identificação química e bioprospecção de metabólitos secundários nas folhas de *annona crassiflora* Mart. 29 jul. 2011.

LAU, B. F. et al. Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, v. 97, p. 14–28, 1 mar. 2020.

LEE, K. H. et al. Evaluation of anti-inflammatory, antioxidant and antinociceptive activities of six Malaysian medicinal plants. *J Med Plant Res*, v. 5, n. 23, p. 5555-63, 2011.

LEÃO, G.; LEITE, D.; ALVES, S. Universidade Federal de Minas Gerais Instituto de Ciências Agrárias Insetário G.W.G. de Moraes Pragas de Bananeira. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://halley.adm-serv.ufmg.br/ica/wp-content/uploads/2017/06/Pragas_de_bananeira.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2023.

LIN, L.; ZHANG, J. [Discussion of the validation of thin-layer chromatographic procedure in pharmaceutical analysis]. *Se Pu = Chinese Journal of Chromatography*, v. 15, n. 4, p. 310– 313, jul. 1997.

LOPES, S. et al. Banana (*Musa spp.*) as a Source of Bioactive Compounds for Health Promotion. *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition*, p. 227–244, 2020.

LOYAGA-CASTILLO, M. et al. Antifungal activity of peruvian banana peel (*Musa paradisiaca* L.) on *candida albicans*: An in vitro study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 21, n. 5, p. 509–514, 2020.

MAGALDI, S. et al. Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International journal of infectious diseases: IJID: official publication of the International Society for Infectious Diseases*, v. 8, n. 1, p. 39–45, jan. 2004.

MAHMOOD, A.; OMAR, M. N.; NGAH, N. Galactagogue effects of *Musa x paradisiaca* flower extract on lactating rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, v. 5, n. 11, p. 882–886, 1 nov. 2012.

MARTIN, T. S.; OHTANI, K.; KASAI, R. A Hemiterpenoid Glucoside from *Musa paradisiaca*. *Natural medicines= JAPANESE*, v. 54, n. 4, p. 190–192, 2000.

MATHEW, N. S.; NEGI, P. S. Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of wild banana (*Musa acuminata* Colla): A review. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 196, p. 124– 140, 20 jan. 2017.

MATOS, Fransisco Jose de. Abreu. *Introdução à Fitoquímica Experimental*. 3 ed. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.

MATSUI, T. et al. Anti-hyperglycemic Potential of Natural Products. Mini reviews in medicinal chemistry, v. 6, n. 3, p. 349–356, 1 mar. 2006.

MEYERS, C. L. F.; MEYERS, D. J. Thin-Layer Chromatography. Current Protocols in Nucleic Acid Chemistry, v. 34, n. 1, p. A.3D.1-A.3D.13, 2008.

MAYER, F. L.; WILSON, D.; HUBE, B. Candida albicans pathogenicity mechanisms. Virulence, v. 4, n. 2, p. 119–128, 15 fev. 2013.

MISHRA, K. K. et al. Medicinal Plants Having Antifungal Properties. Em: Medicinal Plants - Use in Prevention and Treatment of Diseases. [s.l.] IntechOpen, 2020.

MOLINA-SALINAS, G. M. et al. Bactericidal Effect of the Leaf Extract from Musa spp. (AAB Group, Silk Subgroup), cv. “Manzano” Against Multidrug-Resistant Mycobacterium tuberculosis. Journal of Medicinal Food, v. 22, n. 11, p. 1183–1185, nov. 2019.

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, 2021.

NAZARUK, J.; BORZYM-KLUCZYK, M. The role of triterpenes in the management of diabetes mellitus and its complications. Phytochemistry Reviews, v. 14, n. 4, p. 675–690, 1 ago. 2015.

NIGUSSIE, D. et al. Antibacterial and Antifungal Activities of Ethiopian Medicinal Plants: A Systematic Review. Frontiers in Pharmacology, v. 12, p. 633921, 1 jun. 2021.

NIRMALA, M. et al. Hepatoprotective activity of Musa paradisiaca on experimental animal models. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v. 2, n. 1, p. 11–15, 1 jan. 2012.

NOFIANTI, T. et al. KLUTUK BANANA (MUSA BALBISIANA COLLA) PEEL FRACTIONS: ANTIOXIDANT AND ANTIHYPERGLYCEMIC POTENTIAL. International Journal of Applied Pharmaceutics, p. 1–6, 10 fev. 2021.

OBIAGELI, O.A., Izundu, A.I., Ikeyi, A.P. and Ukamaka, O.G. (2016) Proximate Compositions of Fruits of Three Musa Species at Three Stages of Development. Journal of Dental and Medical Sciences, 15, 107-117.

OLIVEIRA, B. G. et al. Phenolic and glycidic profiling of bananas Musa sp associated with maturation stage and cancer chemoprevention activities. Microchemical Journal, v. 153, p. 104391, 1 mar. 2020.

OMS – Organização Mundial da Saúde (2022). A OMS divulga a primeira lista de fungos prejudiciais à saúde. Disponível em: <<https://www.who.int/news/item/25-10-2022-who-releases-first-ever-list-of-health-ameaçando-fungi>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

PADAM, B. S.; TIM, H. S.; CHYE, F. Y.; ABDULLAH, M.I. Antibacterial and antioxidative activities of the various solvent extract of banana (*Musa paradisiaca* cv. Mysore) inflorescences. *Journal of Biological Sciences*. v. 12, n. 2, p. 62-73, 2012.

PANYAYONG, C.; SRIKAEAO, K. Foods from banana inflorescences and their antioxidant properties: An exploratory case in Thailand. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 28, p. 100436, 1 jun. 2022.

PEREIRA, A., & Maraschin, M. (2014). Banana (*Musa* spp) from peel to pulp: Ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for Human health. *Journal of Ethnopharmacology*.

PIRES, J. F. D. Estudos para a determinação de levamisol em amostras de cocaína por cromatografia planar e imagens digitais. 7 dez. 2017.

PITT, J. I. The current role of *Aspergillus* and *Penicillium* in human and animal health. *Journal of Medical and Veterinary Mycology: Bi-Monthly Publication of the International Society for Human and Animal Mycology*, v. 32 Suppl 1, p. 17–32, 1994.

PLOETZ, R. C. et al. Banana and plantain—an overview with emphasis on Pacific island cultivars. *Species profiles for Pacific Island agroforestry*, v. 1, p. 21–32, 2007.

RAO, U. S. M. HYTOCHEMICAL 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, 2016.

REN, L. et al. Structural insight into substrate specificity of human intestinal maltase-glucoamylase. *Protein & Cell*, v. 2, n. 10, p. 827–836, 1 out. 2011.

REVADIGAR, V. et al. Anti-oxidative and cytotoxic attributes of phenolic rich ethanol extract of *Musa balbisiana* Colla inflorescence. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, v. 7, n. 5, p. 103–103, 4 abr. 2017.

REZENDE FERREIRA, I. et al. Effects of Banana (*Musa* spp.) Bract Flour on Rats Fed High- Calorie Diet. *Food Technology and Biotechnology*, v. 61, n. 2, p. 238–249, jun. 2023.

RODGER, A.; SANDERS, K. Biomacromolecular Applications of UV-Visible Absorption Spectroscopy*. Em: LINDON, J. C. (Ed.). *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry (Second Edition)*. Oxford: Academic Press, 1999. p. 166–173.

RODRIGUES, A. S. Extração e caracterização de diferentes constituintes da inflorescência de bananeira e aplicação em produtos cárneos. Tese—[s.l.] Universidade Federal de Santa Maria, 27 fev. 2020.

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. 8383612, 16 nov. 2020.

ROCHA, W. R. V. DA et al. Gênero *Candida* - Fatores de virulência, Epidemiologia, Candidíase e Mecanismos de resistência. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e43910414283–e43910414283, 17 abr. 2021.

RUCH, R. J.; CHENG, S.; KLAUNIG, J. E. Prevention of cytotoxicity and inhibition of intercellular communication by antioxidant catechins isolated from Chinese green tea. *Carcinogenesis*, v. 10, n. 6, p. 1003–1008, 1 jun. 1989.

SANTI AFRIKA, D.; RIKA, W.; TENGGU SAID, R. POTENSI EKSTRAK KULIT PISANG KEPOK KUNING (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*) SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP *Vibrio* sp. masters—[s.l.] Universitas Maritim Raja Ali Haji, 14 set. 2019.

SANTOS, V. J. DOS; BIONDO, P. B. F.; VISENTAINER, J. V. Avaliação dos componentes lipídicos e antioxidantes do óleo de canola extraído à frio sob diferentes condições / Evaluation of lipid and antioxidant components of cold-extracted canola oil under different conditions. *Brazilian Applied Science Review*, v. 4, n. 3, p. 942–955, 12 maio 2020.

SEYEDMOUSAVI, S. et al. *Aspergillus* and aspergilloses in wild and domestic animals: a global health concern with parallels to human disease. *Medical Mycology*, v. 53, n. 8, p. 765–797, nov. 2015.

SHARMA, M. et al. Emerging Potential of Citrus Flavanones as an Antioxidant in Diabetes and its Complications. *Current Topics in Medicinal Chemistry*, v. 15, n. 2, p. 187–195, 1 jan. 2015.

SHENG, Z. et al. Isolation and Characterization of an α -Glucosidase Inhibitor from *Musa* spp. (Baxijiao) Flowers. *Molecules*, v. 19, n. 7, p. 10563–10573, jul. 2014.

SHENG, Z. W. et al. Antioxidant properties of banana flower of two cultivars in China using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH,) reducing power, 2,2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline- 6- sulphonate (ABTS) and inhibition of lipid peroxidation assays. *African Journal of Biotechnology*, v. 10, n. 21, p. 4470–4477, 2011.

SHODEHINDE, S. A.; OBOH, G. Antioxidant properties of aqueous extracts of unripe *Musa paradisiaca* on sodium nitroprusside induced lipid peroxidation in rat pancreas in vitro. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 3, n. 6, p. 449–457, 1 jun. 2013.

Silva, Deisiane Aparecida da. Screening de produtos naturais com potencialidade para tratamento de doenças ocasionadas por *Helicobacter pylori*: um estudo in vitro e in silico. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2015. 108p.

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.

SOUZA, S. A. C. D. DE. Avaliação da variabilidade genética em *Musa* spp. utilizando marcadores microssatélites. text—[s.l.] Universidade de São Paulo, 10 maio 2002.

SPATAFORA, J. W. et al. The Fungal Tree of Life: from Molecular Systematics to Genome- Scale Phylogenies. *Microbiology Spectrum*, v. 5, n. 5, p. 10.1128/microbiolspec.funk-0053– 2016, 15 set. 2017.

SULEYMAN, G.; ALANGADEN, G. J. Nosocomial Fungal Infections: Epidemiology, Infection Control, and Prevention. *Infectious Disease Clinics of North America*, v. 35, n. 4, p. 1027– 1053, dez. 2021.

SUMATHY, V. et al. In Vitro Bioactivity and Phytochemical Screening of *Musa Acuminata* Flower. *Pharmacologyonline*, v. 2, p. 118–127, 1 jan. 2011.

SWARGIARY1, M. D. AND A. Study of Phytochemical Content and Antioxidant Properties of *Musa Balbisiana* Corm Extract. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 82, n. 4, p. 707–712, 30 nov. 2020.

TIN, H. S. et al. Isolation and structure elucidation of triterpenes from inflorescence of banana (*Musa balbisiana* cv. Saba). *International food research journal*, v. 23, n. 2, p. 866, 2016.

TSAMO, C. V., et al. (2015). Phenolic profiling in the pulp and peel of nine plantain cultivars (*Musa* sp.). *Food Chemistry*, 167, 197–204.

TUNDIS, R.; LOIZZO, M. R.; MENICHINI, F. Natural Products as α -Amylase and α -Glucosidase Inhibitors and their Hypoglycaemic Potential in the Treatment of Diabetes: An Update. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, v. 10, n. 4, p. 315–331, 1 abr. 2010.

UMAMAHESWARI, A. et al. Phytochemical screening and antimicrobial effects of *Musa acuminata* bract. *International Research Journal of Pharmacy*, v.8, p.41-44, 2017. Doi: 10.7897/2230-8407.088142.

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, 1 dez. 2019.

VIEIRA, L. C. R. Avaliação de cultivares de bananeira na microrregião de Aquidauana - MS. 2011. 36 f.. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana, Aquidauana/MS.

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, p. 112666, 23 maio 2020.

WAGNER, H.; Blatt, S.; Zgainski, E. M.; *Plant Drug Analysis*. Institut für Pharmazeutische Biologie der Universität München; 1984, 307.

ZAPAŁA, W.; WAKSMUNDZKA-HAJNOS, M. Retention process in reversed phase TLC systems with polar bonded stationary phases. *Journal of Separation Science*, v. 28, n. 6, p. 566–574, abr. 2005.

ANEXOS



DISCENTE: João Paulo Souza Simão da Silva

CURSO: Farmácia

DATA DE ANÁLISE: 27.11.2023

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **0,68%**

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

Suspeitas confirmadas: **0,62%**

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

Texto analisado: **90,31%**

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 17:48

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **JOÃO PAULO SOUZA SIMÃO DA SILVA**, n. de matrícula **39872**, do curso de Farmácia, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 0,68%. Devendo o aluno realizar as correções necessárias.

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

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