

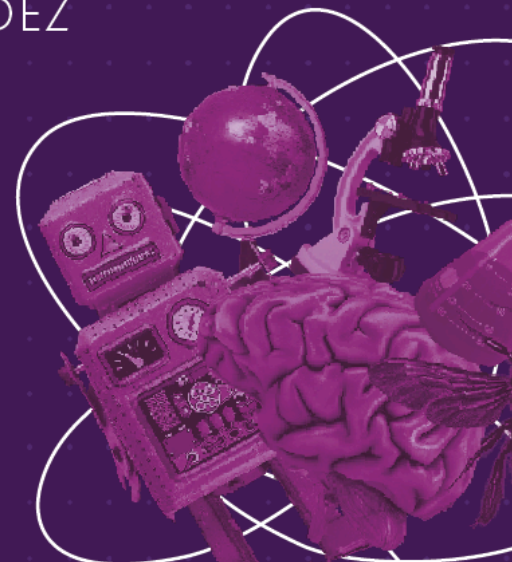
IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E LARVICIDA A PARTIR DE PLANTAS DA AMAZÔNIA E DO CERRADO VISANDO A BIOPROSPECÇÃO

Professora orientadora: Anabele Azevedo Lima
Barbastefano

Alunas: Marcella Pereira Mendonça e Renata Pires
Veiga

PROGRAMA DE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA
PIC/CEUB

RELATÓRIOS DE PESQUISA
VOLUME 10 Nº 1- JAN/DEZ
2024



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**MARCELLA PEREIRA MENDONÇA
RENATA PIRES VEIGA**

**IDENTIFICAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIMICROBIANA E LARVICIDA A PARTIR
DE PLANTAS DA AMAZÔNIA E DO CERRADO VISANDO A BIOPROSPECÇÃO**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pesquisa e Extensão.

Orientação: Dra Anabele Azevedo Lima Barbastefano

**BRASÍLIA
2025**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à nossa orientadora, Dra. Anabele Azevedo Lima Barbastefano, pela orientação competente e constante, cuja confiança, sabedoria e escuta foram essenciais nesta trajetória.

Ao Marivaldo da Silva Batista, responsável pelo laboratório do CEUB, expressamos nossa gratidão pela assistência precisa e incansável durante os experimentos, estendendo esse reconhecimento a toda equipe do Labocien, pela disponibilidade e pelo profissionalismo que foram fundamentais para a condução de nossas atividades.

Também agradecemos à Giselle Falchi Ando, da DIVAL/SES-DF, pela colaboração no fornecimento e auxílio na identificação das larvas de *Aedes aegypti* utilizadas nesse estudo.

Expressamos nossa profunda gratidão a todos que contribuíram de alguma forma para a realização dessa pesquisa, com agradecimento especial às nossas famílias, que são a nossa base de apoio.

Ressaltamos também o nosso orgulho pelo resultado alcançado, fruto de uma parceria sólida entre nós, que tornou todo o processo mais eficiente, gratificante e prazeroso.

“O importante é não parar de questionar. A curiosidade tem seu próprio motivo de existir”.

(Albert Einstein)

RESUMO

O uso de plantas na prevenção, tratamento e cura de enfermidades tem sido uma prática corrente desde o advento das primeiras sociedades humanas, consolidando-se como uma das formas mais antigas de prática medicinal. Com o passar dos anos, o empirismo da alquimia foi substituído pela química experimental, o que possibilitou a síntese de novos medicamentos. Todavia, é observado na medicina integrativa contemporânea, altos índices de resistência apresentados pelos patógenos microbianos em relação aos compostos antimicrobianos, o que tem alarmado as comunidades médicas e científicas em todo o mundo. Dentro desta perspectiva, a presente pesquisa tem por finalidade investigar o potencial efeito inibitório de bactérias patogênicas e também larvicida a partir de extratos de plantas da região Amazônica e do Cerrado, e assim contribuir para o desenvolvimento biotecnológico e para o controle biológico de pragas, como o *Aedes aegypti*. Sendo assim, foram selecionadas espécies vegetais e submetidas a processos de secagem, trituração, fervura, maceração e solubilização para a obtenção de extratos. Os extratos foram avaliados quanto à atividade antimicrobiana frente a bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* e *Klebsiella pneumoniae*, por meio da técnica de disco-difusão em ágar através do halo inibitório. Os resultados demonstraram efeito inibitório para os extratos de Guaraná, Barbatimão, Sucupira e Pimenta malagueta. Além disso, a atividade larvicida foi testada em *Aedes aegypti*, um importante vetor de transmissão de arboviroses. Neste caso, larvas de terceiro e quarto instar foram expostas a diferentes concentrações dos extratos, sendo observada a mortalidade em alguns tratamentos, especialmente com extrato bruto dos vegetais. Neste contexto, foi possível obter informações relevantes em relação aos efeitos inibitórios de bactérias patogênicas como um promissor insumo biotecnológico antimicrobiano. Ainda neste sentido, os achados apontam para o desenvolvimento de um potencial larvicida de origem vegetal, com menor impacto ambiental quando comparado aos inseticidas sintéticos. Os resultados obtidos demonstram a relevância desta pesquisa quando integrada ao conhecimento tradicional e a aplicação em saúde pública. Conclui-se que determinadas plantas analisadas possuem compostos com ação antimicrobiana e larvicida promissora, sendo promissoras em estudos de isolamento, caracterização e avaliação toxicológica. O trabalho reforça o papel da biodiversidade do Cerrado e da Amazônia como fonte estratégica de insumos para inovação farmacêutica e controle de vetores, além de incentivar pesquisas multidisciplinares voltadas ao aproveitamento sustentável desses recursos naturais.

Palavras-chave: bioprospecção; extratos vegetais; plantas medicinais.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Identificação, origem e uso experimental das espécies vegetais	23
Tabela 2 – Dados de preparo do extrato aquoso.	25
Tabela 3 – Dados de preparo do extrato hidroalcoólico.	26
Figura 1 – Etapas do preparo do extrato aquoso e hidroalcoólico.	27
Tabela 4 – Dados de preparo do extrato bruto hidroetanólico solubilizado. *EB, extrato bruto.	28
Figura 2 – Preparo e aplicação do teste de sensibilidade antimicrobiana.	30
Figura 3 – Organização dos discos na placa de Petri com suas numerações correspondentes.	31
Tabela 5 – Volumes de extrato testados no ensaio larvicida.	33
Tabela 6 – Resultado da avaliação antimicrobiana do extrato aquoso (E.A.)	35
Figura 4 – Placas de petri com meio de cultura Ágar Mueller Hinton, cultivados com a bactéria (A) <i>Proteus mirabilis</i> e (B) <i>S. aureus</i> apresentando o efeito inibitório pelo extrato de barbatimão.	36
A B	36
Tabela 7 – Resultado da avaliação antimicrobiana do extrato hidroalcoólico reconstituído e filtrado.	38
Figura 5 – Placas de petri com meio de cultura Ágar Mueller Hinton, cultivados com a bactéria (A) <i>S. aureus</i> e (B) <i>Proteus mirabilis</i> apresentando o efeito inibitório pelo extrato de barbatimão. (C e D) <i>S. aureus</i> apresentando o efeito inibitório pelo extrato de guaraná e porangaba, respectivamente. (E.E. - extrato etanólico; E.B. - extrato bruto).Fonte: Autoria própria (2025).	38
Tabela 8 – Média de mortalidade das larvas de <i>A. aegypti</i> quando expostas aos extratos das plantas.	42
Tabela 5 – Dados do bioensaio utilizados para verificar o efeito de mortalidade de larvas de <i>A. aegypti</i> quando em contato com os extratos das plantas. (E.A. - extrato aquoso; E.E - extrato etanólico).	44

SUMÁRIO

1 Introdução	7
1.2 Objetivos	8
1.2.1 Objetivo geral	8
2 Fundamentação teórica	10
2.1 Resistência antimicrobiana: impactos na Saúde Pública e patógenos envolvidos	10
2.1.2 Estratégias biotecnológicas no combate à resistência microbiana	12
2.2 Atividade larvicida: impactos na Saúde Pública e agentes biológicos envolvidos	13
2.2.1 Epidemiologia e ciclo biológico do <i>Aedes aegypti</i>	13
2.2.2 Estratégias para o controle de vetores transmissores de arboviroses	16
2.3 Bioprospecção: potencial antimicrobiana e larvicida de espécies vegetais dos biomas Cerrado e Amazônia	17
3 Método	21
3.1 Desenho de Estudo	21
3.2 Aquisição e identificação dos materiais vegetais	21
3.3 Preparação dos extratos vegetais	24
3.3.1 Extrato aquoso por decocção	24
3.3.2 Extrato hidroalcoólico reconstituído e filtrado	25
3.3.3 Extrato bruto solubilizado em solução hidroetanólica a 10%	26
3.4 Avaliação da atividade antimicrobiana	29
3.5 Ensaio larvicida e análise da toxicidade de extratos vegetais	31
4 Resultados e discussão	34
5 Considerações finais (ou Conclusões)	45
6 Referências	46
APÊNDICES	52

1 Introdução

O uso de plantas na prevenção, tratamento e cura de enfermidades está presente desde o advento das primeiras sociedades humanas, consolidando-se como uma das formas mais antigas de prática medicinal (JUNIOR; PINTO, 2005). De acordo com a definição apresentada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), todo e qualquer tipo de vegetal que apresenta propriedades químicas farmacológicas ativas e relevantes para fins terapêuticos, pode ser considerado como planta medicinal (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1988).

Dentro desta perspectiva, o presente estudo tem por finalidade investigar o potencial de ação antimicrobiana do Guaraná (*Paullinia cupana*), do Marupá (*Eleutherine bulbosa*), do Porangaba (*Cordia salicifolia*) e do Sucupira Branca (*Pterodon emarginatus Vogel*) em cultura de microrganismos potencialmente patogênicos, buscando validar os seus possíveis usos em pesquisas, com perspectiva em desenvolver insumo biotecnológico no controle de infecções bacterianas. Além de investigar potenciais substâncias ovicidas, larvicidas e adulticidas em extrato de plantas do cerrado para controle do *Aedes aegypti*. Ainda neste contexto, o trabalho busca responder às perguntas: seriam estas plantas alternativas válidas na busca por princípios ativos e moléculas inibidoras do crescimento de patógenos bacterianos? Quais principais substâncias bioativas presentes nas plantas do Cerrado estariam envolvidas na inibição do ciclo de vida do *Aedes aegypti*?

A resistência antimicrobiana é reconhecida como uma ameaça pública com urgência cada vez maior (NIEUWLAAT et al., 2019). Trata-se de um problema mundial que ocorre quando as bactérias não reagem ao tratamento antimicrobiano.

Sendo assim, a dificuldade em tratar infecções causadas por bactérias multirresistentes traz como consequência a necessidade de maior tempo de internação em hospitais. Diante desta problemática, alguns estudos observaram que as propriedades antimicrobianas advindas de substâncias naturais encontradas em plantas são, atualmente, opções alternativas aos tratamentos à base destes medicamentos, aproximando as plantas dos estudos científicos (ANDREMONT, 2001; KÖSER et al, 2012; RAMÍREZ; CASTILLO; VARGAS, 2013).

Alguns vegetais sintetizam e liberam substâncias que exercem um mecanismo de defesa quando são agredidos por algum agente externo: fungos, bactérias, parasitas, vírus, dentre outros (HAIDA, 2007). Essas substâncias são metabólitos secundários, que na maior parte das vezes, podem apresentar grande atividade farmacológica relevante para o ser humano (DASH et al., 2011; PEREIRA; CARDOSO, 2012; MIRANDA et al, 2015).

Além disso, ainda na temática da saúde, vivenciamos o aumento da incidência de arboviroses por influência da urbanização; e que vem representando um sério problema de saúde pública (ARAÚJO, 2023; SOUSA, 2023). As arboviroses são doenças causadas por arbovírus; sendo a dengue, a zika e a chikungunya as arboviroses de maior impacto no cenário epidemiológico brasileiro (ARAÚJO, 2023; SOUSA, 2023). A transmissão dessas doenças se faz, principalmente, através da picada do mosquito *Aedes aegypti* infectado (SOUSA, 2023).

São utilizados três tipos de mecanismo de controle do *Aedes aegypti* no Brasil: mecânico, biológico e químico. O mecanismo mecânico envolve práticas que eliminam o vetor e seus criadouros ou que reduzem o contato do vetor com o ser humano (mapeamento de focos da dengue, vigilância focada e eficaz, determinação de locais de oviposição, programas de controle comunitários e educação de estratégias de prevenção). Já o mecanismo biológico, utilizam-se predadores e patógenos que possam reduzir a quantidade de vetores no ambiente e modificação genética de espécies vetorais. O mecanismo químico consiste no uso de produtos químicos (sintéticos ou naturais) para matar larvas e insetos adultos (ZARA et. al, 2016; RATHER, 2017).

Portanto, buscamos estratégias de bioprospecção que possam atuar junto aos métodos de prevenção, colaborando para o controle dos mosquitos *Aedes aegypti*.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial efeito inibitório de extratos de plantas, de origem Amazônica e do Cerrado, quando em contato com patógenos bacterianos de interesse médico, assim como, o efeito de sua toxicidade frente ao contato com larvas de *Aedes aegypti*.

1.2.2 Objetivos específicos

Preparar extratos de plantas, como o guaraná, o marupá e a porangaba, dentre outras, e estabelecer concentrações e diluições adequadas, a fim de se testar em diferentes culturas de bactérias patogênicas, visando a identificação de algum efeito inibitório mínimo. Além disso, extrair óleos essenciais de plantas do Cerrado e da Amazônia, para então, avaliar os possíveis efeitos tóxicos destes óleos, juntamente com os extratos brutos, quando em contato com larvas de mosquito *Aedes aegypti*.

2 Fundamentação teórica

2.1 Resistência antimicrobiana: impactos na Saúde Pública e patógenos envolvidos

Ao longo dos séculos, a humanidade enfrentou devastadoras epidemias bacterianas que resultaram na morte de milhões de pessoas antes da consolidação da medicina moderna (SOUZA et al., 2025). A descoberta da penicilina por Alexander Fleming, em 1928, representou uma conquista histórica reforçando a tendência de queda da mortalidade por doenças infecciosas. Entretanto, a partir da década de 1980, houve uma recrudescência de novos surtos, desencadeados por cepas bacterianas resistentes a antimicrobianos, que rapidamente se disseminaram globalmente devido ao aumento do fluxo internacional de pessoas e do comércio de alimentos (DE OLIVEIRA SANTOS et al., 2022). Atualmente, a resistência antimicrobiana (RAM) representa uma das maiores crises emergentes da Saúde Pública (MURRAY et al., 2022; SOUZA et al., 2025) e está entre as 10 principais ameaças globais à saúde (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2019).

Segundo a mais recente análise quantitativa e as estimativas abrangentes de carga global da RAM, publicada em 2024, estima-se que 4,71 milhões de mortes ocorridas globalmente em 2021 foram associadas à RAM, e 1,14 milhões de mortes foram atribuíveis à RAM. De acordo com a análise retrospectiva apresentada nesse estudo, a tendência da mortalidade nos últimos 30 anos mostrou que as mortes por RAM diminuíram mais de 50% em crianças menores de cinco anos, mas aumentaram mais de 80% em idosos acima de 70 anos. Frente a esse cenário, as projeções para 2050 sugerem que pode ocorrer cerca de 8,22 milhões de mortes associadas à RAM (NAGHAVI et al., 2024). Para além dos impactos na saúde, segundo a simulação econômica realizada pelo Banco Mundial, a RAM pode causar uma queda anual de até 3,8% do Produto Interno Bruto (PIB) Global até 2050, impactando principalmente países de baixa renda (WORLD BANK, 2017).

Ainda neste contexto, cabe destacar que os principais patógenos associados à alta carga da RAM são: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* e *Pseudomonas aeruginosa* (MURRAY et al., 2022). Estes agentes infecciosos também integram a lista de agentes

prioritários para o desenvolvimento de pesquisa e novos antibióticos para infecções bacterianas resistentes a medicamentos, publicado pela Organização Mundial da Saúde (2017). Além disso, esses patógenos respondem por cerca de 73% das mortes atribuíveis à resistência antimicrobiana e por aproximadamente 72% das mortes associadas à RAM (MURRAY et al., 2022; SOUZA et al., 2025).

A *Escherichia coli* é uma das principais enterobactérias causadoras de doenças, transmitida por alimentos contaminados ou contato fecal-oral e sua toxina danifica o intestino grosso e podem atingir outros órgãos via corrente sanguínea (LARA ROSA et al., 2016). A *E. coli* é responsável por casos de diarreia aguda, principalmente em países em desenvolvimento, e 10% das mortes em crianças menores de cinco anos (CONTRERAS-OMAHÑA et al., 2021). Em um estudo de Oliveira et al (2017), observaram que 70,7% das *E. coli* isoladas em alimentos apresentavam resistência antimicrobiana aos principais antimicrobianos, situação preocupante considerando que enterobactérias podem transferir genes de resistência à microbiota intestinal.

Já a bactéria *Klebsiella pneumoniae* está principalmente relacionada a infecções nosocomiais e encontradas em pacientes imunocomprometidos. Integra a lista de “patógenos prioritários” da OMS, desde 2017, em decorrência da alta incidência de cepas virulentas e multirresistentes (LUNA-PINEDA et al., 2024). É considerado o terceiro patógeno que mais causa infecções da corrente sanguínea, e apresenta altos níveis de resistência à cefalosporina de terceira geração ($\geq 57\%$), o que impulsiona o aumento do uso de carbapenêmicos de “último recurso” (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2022).

A bactéria *Staphylococcus aureus* é responsável por uma das causas mais comuns de infecções hospitalares e comunitárias em humanos, causando quadros de infecções de pele, respiratórias e intoxicação alimentar (SILVA-DE-JESUS et al., 2025). Possuem alta virulência e resistência antimicrobiana, além disso é o patógeno com maior aumento de número por morte atribuível à RAM desde 1990 até 2021, passando de 103.000 mortes documentadas para 196.000 (NAGHAVI et al., 2024).

O *Proteus spp.* também pertence à família Enterobacteriaceae, sendo considerado um patógeno oportunista causador de infecções urinárias complicadas em

pacientes hospitalizados e submetidos a cateterismo urinário de longa duração. São consideradas complicadas pela capacidade de produção de biofilme e pelo aumento da resistência antimicrobiana, com cada vez mais relatos de produtores de carbapenemases (DE OLIVEIRA SANTOS et al., 2022; WASFI, 2020).

Um dos principais desafios atualmente no combate à resistência antimicrobiana (RAM) consiste no desenvolvimento de moléculas antimicrobianas inovadoras e alternativas capazes de superar os mecanismos de resistência dos agentes patogênicos atuais. Contudo, a rápida evolução do quadro de resistências, aliada aos elevados custos envolvidos na pesquisa e desenvolvimento de novos fármacos, torna-se uma limitação e traz grandes desafios para a ciência e outros setores (DHINGRA et al., 2020).

2.1.2 Estratégias biotecnológicas no combate à resistência microbiana

Nas últimas décadas, o surgimento de bactérias resistentes impulsionou debates globais de saúde, enquanto busca-se por novos antimicrobianos (GUEDES et al., 2024). Este aumento de patógenos resistentes não acompanha o ritmo de criação de novos antimicrobianos. Além disso, os antibióticos disponíveis apresentam alto custo de produção e de consumo, com efeitos colaterais que dificultam seu uso e adesão ao tratamento (ULLAH et al., 2019).

A busca por alternativas complementares, associadas ou não aos antibióticos convencionais, que sejam eficazes, seguros, sustentáveis e acessíveis tem ampliado as pesquisas em direção a compostos bioativos naturais, particularmente derivados de plantas. Um dos aspectos mais favoráveis ao uso de fitoquímicos na formulação de antimicrobianos é sua capacidade de interação com diversos alvos proteicos, enquanto o antibiótico tradicional têm apenas um único alvo molecular bacteriano. Neste sentido, as plantas medicinais apresentam diversos compostos bioativos como os óleos essenciais, fenólicos, taninos, flavonoides e alcaloides que demonstraram potencial para exercer efeitos bactericidas e bacteriostáticos. Cabe destacar que essas substâncias fitoquímicas podem constituir uma base promissora para o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos, especialmente no combate a patógenos resistentes (GUEDES et al., 2024).

Uma importante estratégia de defesa desses microrganismos e que contribui para a resistência antimicrobiana, persistência e cronicidade de infecções, é a formação de biofilmes (GUEDES et al., 2024). Apesar desse mecanismo restringir a penetração de antibióticos convencionais, os compostos naturais extraídos de plantas têm se mostrado capazes de contornar essa limitação. Os metabólitos secundários vegetais apresentam mecanismos de ação distintos dos antibióticos atuais, atuando na inibição de detecção de *quorum sensi*, da motilidade e da adesão às superfícies. As propriedades promissoras destes fitoquímicos no combate aos biofilmes, especialmente quando associados a antibióticos, têm revelado efeitos sinérgicos relevantes no controle dessas estruturas microbianas (GONÇALVES et al., 2023).

De acordo com Miethke et al. (2021), os estágios iniciais de identificação, produzidos principalmente pelo meio acadêmico, são essenciais ao fluxo sustentável de desenvolvimento de novos antimicrobianos. Nesse sentido, estudos voltados à prospecção de espécies vegetais com atividade antimicrobiana, especialmente aquelas oriundas de biomas ricos em biodiversidade como o Cerrado e a Amazônia, tornam-se estratégicos. A investigação dessas plantas pode revelar compostos bioativos inéditos, ampliando as possibilidades terapêuticas e contribuindo significativamente para o enfrentamento da resistência antimicrobiana.

2.2 Atividade larvicida: impactos na Saúde Pública e agentes biológicos envolvidos

2.2.1 Epidemiologia e ciclo biológico do *Aedes aegypti*

As arboviroses dengue (DENV), zika (ZIKV) e a chikungunya (CHIKV) são as principais arboviroses circulantes em território brasileiro e que apresentam significativas repercussões na saúde da população (SANTOS, 2023). No Brasil, essas arboviroses têm se tornado preocupantes devido à sua elevada incidência e à habilidade de provocar surtos epidêmicos, resultando em um impacto considerável na saúde e na taxa de mortalidade da população. A transmissão dessas doenças ocorre principalmente por meio do mosquito *Aedes aegypti*, cuja grande distribuição e resistência a técnicas convencionais de controle dificultam as medidas de prevenção (FERNANDES et. al, 2024).

O processo de crescimento dos mosquitos *A. aegypti* consiste em quatro etapas: ovo, larva (que passa por quatro estágios), pupa e a forma adulta. Os ovos do *A. aegypti* têm cerca de 1 mm de tamanho e a fêmea é capaz de colocar de 5 a 500 ovos de uma só vez, distribuindo-os próximo à superfície da água. Os quatro estágios da fase larval têm uma duração aproximada de 10 dias, embora possam se estender por semanas dependendo das condições do clima. Durante essa fase, a larva se nutre de materiais orgânicos presentes na água, incluindo bactérias, fungos e protozoários, e sua respiração ocorre por meio de uma estrutura tubular conhecida como sifão. A pupa, por sua vez, não se nutre e permanece na camada superior da água para facilitar a saída do inseto adulto e, essa etapa tem duração de 48 a 72 horas (FIOCRUZ, 2021).

Já a respiração ocorre por meio de um par de tubos respiratórios, conhecidos como "trombetas", que se estendem até a superfície, permitindo a troca gasosa. Quando o inseto adulto emerge, ele fica repousado por algumas horas para que seu exoesqueleto e asas se firmem. Após um dia, ele está pronto para se reproduzir, geralmente enquanto voa. Uma única união sexual é suficiente para fertilizar todos os ovos que a fêmea produzirá ao longo de sua vida, que pode levar cerca de 35 dias, período médio de sua fase adulta (FIOCRUZ, 2021).

A dengue é endêmica em aproximadamente 100 países, afetando mais as regiões das Américas, a África, o Mediterrâneo Oriental, o Pacífico Ocidental e o Sudeste Asiático (SOUZA et al., 2024). As propriedades biológicas do vírus da dengue afetam a severidade e a frequência das infecções, sendo importante levar em conta os principais sorotipos (DENV-1, DENV-2, DENV-3 e DENV-4), a velocidade de replicação, a sequência de infecções, a virulência das cepas e as particularidades do hospedeiro, como o sistema imunológico e a faixa etária.

Normalmente, a dengue é autolimitada, apresentando sintomas gerais como mal-estar, febre e cansaço, sem complicações significativas. Contudo, em certas situações, podem ocorrer hemorragias severas e choque hemorrágico devido à perda de sangue e líquidos do corpo. Ademais, têm sido notadas variações incomuns da dengue que se manifestam com sintomas hepáticos, renais, pulmonares, neurológicos e cardiovasculares (ANDRADE, 2023).

Em 2023, o Ministério da Saúde do Brasil contabilizou 1.649.146 casos suspeitos de dengue e 1.179 mortes. No ano seguinte, 2024, houve um acréscimo considerável, com 6.593.268 casos suspeitos e 6.297 óbitos. Já em 2025, até a 27ª semana epidemiológica, foram notificados 1.532.342 casos prováveis e 1.412 mortes em decorrência da dengue (BRASIL, 2025).

O vírus Chikungunya (CHIKV), classificado como um arbovírus da família *Togaviridae* e do gênero *Alphavirus*, foi identificado pela primeira vez em 1952 na Tanzânia. Em dezembro de 2013, ocorreu uma proliferação do vírus nas Américas, resultando em um surto no Caribe, caracterizado pela predominância do genótipo asiático do CHIKV, que se espalhou para 38 outras localidades nas Américas (BRITO et al., 2025). No final de 2014, o Brasil identificou, através de exames laboratoriais, a ocorrência da enfermidade nas regiões do Amapá e da Bahia. Atualmente, todos os estados reportam a circulação desse arbovírus.

A infecção por CHIKV tipicamente se manifesta como uma febre aguda, acompanhada de artralgia e sintomas musculoesqueléticos. A artralgia pode persistir por períodos que variam de meses a anos, com cerca de 50% dos casos evoluindo para formas crônicas. A principal relevância na prática clínica e na Saúde Pública reside na capacidade de induzir doenças neuroinvasivas que podem levar a encefalite, meningoencefalite, síndrome de Guillain-Barré, assim como a paresias e parestesias (BRASIL, 2025).

Em 2023, o Brasil, por meio do Ministério da Saúde, contabilizou 158.060 casos suspeitos de Chikungunya, resultando em 122 mortes. No ano seguinte, 2024, foram informados 265.545 casos suspeitos e 243 óbitos. Até a 27ª semana epidemiológica de 2025, foram registrados 109.546 casos suspeitos e 98 óbitos (BRASIL, 2025).

O Zika vírus (ZIKV) foi identificado pela primeira vez em primatas na floresta Zika, situada em Kampala, Uganda, em 1947. O primeiro caso de isolamento do ZIKV em humanos ocorreu na Nigéria em 1953. Desde então, o ZIKV se espalhou para diversas nações na África, Ásia, Oceania e Américas (BRASIL, 2025).

Entre 2015 e 2016, o Brasil enfrentou uma expressiva epidemia provocada pelo vírus Zika (ZIKV). No começo, a doença foi vista como um exantema leve, o que não

gerou grande preocupação no âmbito da saúde pública. Contudo, conforme a enfermidade se alastrava, revelou-se um neurotropismo acentuado deste vírus, uma característica rara quando comparada a outros flavivírus que são comuns no país, como os vírus da dengue e chikungunya (BRITTO et al., 2025).

No ano de 2023, o Ministério da Saúde do Brasil contabilizou 6.604 casos suspeitos de Zika, resultando em apenas 1 morte. Em 2024, 5.150 casos suspeitos foram reportados, sem registros de óbitos. Em 2025, até a 27ª semana epidemiológica, foram identificados 3.907 casos suspeitos e ocorrido 1 morte (BRASIL, 2025).

2.2.2 Estratégias para o controle de vetores transmissores de arboviroses

No Brasil, a desigualdade no acesso à água tratada, aos serviços de saneamento básico, à gestão de resíduos, além da desnutrição, do baixo desenvolvimento socioeconômico e das precárias condições de saúde pública, contribui para a propagação do mosquito *Aedes spp.* As variações diárias na temperatura, a temperatura média, a quantidade de vírus e a interação entre o vetor e os genótipos da dengue afetam a capacidade de reprodução e a eficiência do vetor.

Assim, a identificação antecipada de áreas com surtos de dengue e o entendimento da dinâmica epidemiológica são essenciais para a organização de medidas de controle de vetores, sendo que os métodos mais utilizados incluem abordagens mecânicas, biológicas e químicas (SOUZA et al., 2024). O controle mecânico refere-se à implementação de métodos que visam eliminar os vetores e seus criadouros, ou minimizar o contato entre os mosquitos e as pessoas. Enquanto as atividades centrais desse tipo de controle incluem a proteção, a eliminação ou o descarte apropriado dos criadouros, a drenagem de reservatórios e a colocação de telas em portas e janelas (ZARA, 2016).

O controle biológico se fundamenta na utilização de predadores ou patógenos capazes de diminuir as populações de vetores. Dentre as opções de predadores, destacam-se os peixes e os invertebrados aquáticos que se alimentam de larvas e pupas, além de patógenos que produzem toxinas, incluindo bactérias, fungos e parasitas. Uma outra alternativa, “ é o uso do *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti), um

bacilo que possui uma forte ação larvicida devido à sua capacidade de produzir endotoxinas proteicas específicas para o inseto” (ZARA, 2016).

A abordagem baseada na utilização da bactéria *Wolbachia pipientis* é inovadora para o controle de doenças que são transmitidas por mosquitos. Esta estratégia envolve a introdução da bactéria *Wolbachia pipientis* no *A. aegypti*, visando diminuir a propagação viral. A presença da bactéria afeta a replicação de vírus dentro dos mosquitos e provoca incompatibilidade reprodutiva, resultando em ovos não viáveis quando machos infectados se cruzam com fêmeas não contaminadas. Pesquisas realizadas tanto em laboratórios quanto em campo em diversos países mostraram que a *Wolbachia pipientis* reduz de maneira significativa a habilidade dos mosquitos em transmitir doenças, além de proporcionar uma diminuição considerável na incidência destas enfermidades (ANGOTTI, 2024).

Já o controle químico envolve a aplicação de substâncias químicas, como neurotoxinas, análogos de hormônios juvenis e inibidores da síntese de quitina, para eliminar larvas e insetos adultos (ZARA, 2016). Os produtos naturais (NP), frequentemente identificados como metabólitos secundários gerados por bactérias, plantas ou fungos, são vistos como uma opção inovadora quando comparados aos inseticidas sintéticos para o manejo de vetores (ENGDAHL et al., 2022).

2.3 Bioprospecção: potencial antimicrobiana e larvicida de espécies vegetais dos biomas Cerrado e Amazônia

A *Pterodon emarginatus Vogel* é uma espécie de árvore de médio porte, nativa do bioma Cerrado no Brasil, conhecido popularmente por "sucupira branca". É uma planta amplamente estabelecida na medicina popular brasileira para tratamento de afecções laringológicas, ginecológicas e ainda como estimulante de apetite em crianças (TONELLI; GEROMEL; FAZIO, 2018). Ademais, seus frutos apresentam comprovada ação antiinflamatória, parasiticida, analgésica, antitumoral e larvicida (frente à *Aedes aegypti*), enquanto sua casca e sementes evidenciam ação antimicrobiana (OLIVEIRA, 2016). O estudo realizado por TONELLI et al. (2018), evidenciou que o extrato bruto

etanólico da casca da *P. emarginatus* têm ação antimicrobiana, incluindo para o *S. aureus*, *E. coli* e *P. aeruginosa*.

Outro vegetal nativo do bioma Cerrado no Brasil, a *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, é uma árvore conhecida popularmente por "barbatimão". Na medicina popular brasileira a *S. adstringens* é reconhecida por suas propriedades cicatriciais, adstringentes, antiinflamatórias e antimicrobianas (XAVIER-SILVA et al., 2024). Segundo Reis et al. (2024) a casca do caule do barbatimão apresentou maior concentração de polifenóis, que são diretamente responsáveis pelos benefícios farmacológicos, principalmente pela alta concentração de taninos e flavonoides. Nesse mesmo estudo, os extratos demonstraram uma promissora resposta antimicrobiana, especialmente contra *M. tuberculosis*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*. No estudo de Reis et al. (2024), a inibição observada em *S. aureus* pode ser atribuída à estrutura da parede celular das bactérias gram-positivas, composta por uma elevada concentração de peptidoglicano. Esse componente é suscetível à ação dos fenóis, comprometendo a integridade e a funcionalidade da parede celular, o que leva à morte bacteriana (REIS et al., 2024).

No que tange ainda sobre as plantas medicinais nativas do Brasil, sobretudo aquelas encontradas nas regiões centrais, observa-se a *Cordia ecalyculata* Vell. (sinonímia de *Cordia salicifolia* Cham.), também conhecida por porangaba e chá-de-bugre (ARAÚJO; SANTOS; MIRANDA, 2025; ALEXANDRE, 2023). Essa espécie se tornou popularmente conhecida por auxiliar no controle da obesidade, redução de colesterol, inibição do vírus herpes simplex e reumatismos (GIUPPONI et al., 2020; GOMES, 2004). Em análise fitoquímica do extrato da folha da porangaba, por testes químicos, os compostos flavonoides, taninos e saponinas não foram identificados (GIUPPONI et al., 2020; ALEXANDRE, 2023). Além do mais, o extrato a partir dos solventes hexano, metanol e acetato de etila apresentou ausência de halo inibitório em cepas de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis* (GIUPPONI et al., 2020). Apesar desses resultados, Oliveira e Vicentini (2020) identificaram os mesmos compostos fitoquímicos e em maior quantidade, por espectrofotometria, presentes no extrato aquoso (EA) por infusão em água. Tendo em

vista que o chá (EA) é a forma popularmente consumida e preparada dessa planta, e seu potencial farmacológico aumentaria o interesse e adesão ao tratamento da população (OLIVEIRA; VICENTINE, 2020).

Além das espécies vegetais nativas do bioma Cerrado, podemos observar os estudos a partir da planta *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. que é uma planta herbácea nativa da região Amazônica, popularmente conhecida no Brasil como "marupazinho" e "cebola-roxa". Os bulbos da *E. bulbosa* são tradicionalmente utilizados na forma de chá para tratamento da diabetes, hipertensão, alterações gastrointestinais, câncer de mama e problemas de fertilidade (SILVA et al., 2024). O bulbo é rico em compostos fitoquímicos fenólicos e flavonoides, naftaleno, antraquinona e naftoquinona, que lhe conferem propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, anti-hipertensiva, anticancerígena, antidiabética e anti melanogênica (KAMARUDIN et al., 2021). No estudo publicado por Almeida et al. (2022), *E. bulbosa* demonstrou potencial inibitório frente ao *S. aureus* e *Pseudomonas fluorescens*.

Ainda no que se refere a vegetação da região Amazônica, a *Paullinia cupana* Kunth que também produz o fruto do guaraná é amplamente reconhecida por seus efeitos estimulantes (LIMA et al., 2024). Além da sua alta concentração de cafeína, que pode atingir até 5,3% (HACK et al., 2023), o guaraná apresenta propriedades farmacológicas relevantes, entre as quais se destacam os efeitos anti carcinogênico, antimicrobiano, antioxidante, energéticas, antidepressivas e ansiolíticas (MARQUES et al., 2016). Em um estudo realizado por Marques et al. (2016) identificou-se que a quantidade de polifenóis a partir da extração supercrítica com CO₂ e etanol da semente do guaraná apresentou atividade antimicrobiana promissora contra o *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA). Contrastando com o estudo dirigido por Ushirobira et al. (2007) que testou extratos brutos de guaraná por extração convencional contra *S. aureus*, *Bacillus subtilis*, *E.coli* e *P.aeruginosa*, em concentrações de até 1000 µg/ml e não obtiveram atividade antimicrobiana (ANTONELLI-USHIROBIRA et al., 2007; MARQUES et al., 2016).

A rica biodiversidade amazônica também integra a espécie *Capsicum frutescens* (L.), popularmente conhecida como pimenta-malagueta, amplamente utilizada como

condimento na culinária global. De acordo com a plataforma *Plants of the World Online* (POWO), trata-se de uma planta nativa de amplas regiões tropicais das Américas, incluindo o Norte do Brasil. Essa espécie possui usos medicinais atribuídos tanto aos seus frutos quanto às suas folhas, sendo reconhecida por diversas propriedades biológicas, entre as quais se destacam a atividade antimicrobiana, antiinflamatória, analgésica, antipirética e hipotensiva (DA SILVA et al., 2017). A presença de compostos fenólicos e flavonoides presentes na pimenta malagueta está diretamente associada à sua atividade antimicrobiana, como demonstrado por Gurnani et al. (2016), que observaram uma ação significativa dos extratos de sementes contra diversas bactérias patogênicas, incluindo *K. pneumoniae*, *S. aureus*, *E. coli* e *Proteus vulgaris*. Nesse mesmo estudo, os extratos vegetais ainda demonstraram melhor atividade antimicrobiana em comparação com o antibiótico ciprofloxacino (GURNANI et al., 2016). Para além dos efeitos antimicrobianos, Vinayaka et al. (2010) identificaram atividade larvicida do extrato da pimenta-malagueta contra as larvas de *A. aegypti* em 2^o e 4^o ínstar, com resultado de mortalidade superior a 50% em todas as concentrações de extrato testadas em 24 horas.

A bioprospecção dessas espécies vegetais dos biomas Cerrado e Amazônia evidencia um elevado potencial antimicrobiano e larvicida, refletindo a ampla biodiversidade do território brasileiro.

3 Método

3.1 Desenho de Estudo

A metodologia empregada na presente pesquisa classifica-se como uma metodologia científica de caráter aplicado, cujo objetivo é investigar, explorar, ratificar ou refutar hipóteses sugeridas por bases teóricas. Para tanto, a pesquisa foi direcionada para o campo empírico, de modo que buscou responder aos seus objetivos e testar as suas hipóteses por meio de experimentos, neste caso, laboratoriais. Sendo assim, a pesquisa foi dividida em dois momentos.

No primeiro momento, foi feita a seleção e a identificação das espécies de plantas, assim como, o preparo dos seus extratos vegetais brutos e a extração do óleo vegetal das mesmas. Para isso, os métodos de preparação se basearam na descrição da Farmacopeia Homeopática Brasileira (FHB), conforme diretrizes da 3ª edição publicada pela ANVISA e atualizada em 2022 (BRASIL, 2011/2022), que trata da preparação de tinturas-mãe a partir de plantas medicinais. Num segundo momento, os extratos vegetais brutos e os óleos essenciais extraídos foram testados para analisar possíveis efeitos inibitórios em diferentes linhagens de bactérias de interesse médico, e também observar o efeito tóxico quando em contato com larvas do mosquito *Aedes aegypti* no 3º e 4º instar de desenvolvimento.

Os experimentos foram realizados nas dependências do Laboratório do CEUB (Labocien) e as amostras de linhagens bacterianas foram obtidas do banco de microrganismos da própria instituição. Já as amostras de larvas do mosquito *Aedes aegypti* foram obtidas em parceria com agentes de vigilância ambiental do Varjão-DF.

Para fins de experimentação foram aplicadas as seguintes metodologias: teste de efeito antimicrobiano e teste larvicida, descritas a seguir.

3.2 Aquisição e identificação dos materiais vegetais

As espécies nativas dos biomas Cerrado e Amazônia incluídas na presente pesquisa foram: *Capsicum frutescens* (L.) (Pimenta malagueta), *Cordia ecalyculata* Vell. (Parangaba), *Eleutherine bulbosa* (Marupazinho), *Paullinia cupana* Kunth (Guaraná), *Pterodon emarginatus* Vogel (Sucupira) e *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão).

As plantas foram adquiridas em comércio eletrônico, em lojas físicas de produtos naturais e em viveiro. Os rótulos das embalagens dos produtos adquiridos no comércio varejista foram analisados quanto à presença ou ausência da tabela nutricional e à indicação da data de validade. Ressalta-se que, para a realização do experimento, foram utilizadas as seguintes partes das plantas: frutos de sucupira e pimenta-malagueta; folhas de porangaba; bulbo do marupazinho; sementes de guaraná e pimenta-malagueta; e cascas de sucupira e barbatimão (Quadro 1; Apêndice A – A.1 a A.12).

Após a aquisição das plantas e suas partes, a identificação botânica das espécies foi realizada pela Dra. Anabele Azevedo Lima Barbastefano, no Centro Universitário de Brasília (CEUB), com base na literatura especializada e em comparação com as amostras obtidas (Figura 1 – processo 1). Os espécimes vegetais utilizados neste estudo tiveram sua nomenclatura consultada e confirmada por meio da plataforma internacional *Plants of the World Online* (ROYAL BOTANIC GARDENS, 2025).

Tabela 1 – Identificação, origem e uso experimental das espécies vegetais.

Espécie vegetal	Nome comercial	Parte utilizada	Origem do material ou Local de aquisição	Data de aquisição	Identificação visual
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	Barbatimão	Casca	Produto industrializado da marca Viva Natureza - comércio varejista. Rotulado como: "Barbatimão". Validade: Maio/2027. Embalagem sem tabela nutricional.	Outubro de 2024	Figura A.11 e A.12 (Apêndice A)
<i>Paullina cupana</i> Kunth	Guaraná	Semente	Produto industrializado da Empório Terra Vitta - loja virtual. Rotulado como: "Guaraná sementes". Validade: Julho/2026. Embalagem sem tabela nutricional.	Março de 2025	Figura A.7 e A.8 (Apêndice A)
<i>Eleutherine bulbosa</i> (Mill) Urb	Marupazinho	Bulbo	Adquirido via Mercado Livre®, sem rótulo ou identificação do fabricante. Aquisição de exemplar inteiro.	Março de 2025	Figura A.5 e A.6 (Apêndice A)
<i>Capsicum frutescens</i> (L.)	Pimenta-malagueta	Fruto e semente	Viveiro Presente Verde nº 3 - Lago Norte/DF Aquisição de exemplar inteiro.	Abril de 2025	Figura A.1 e A.2 (Apêndice A)
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Porangaba	Folha	Produto industrializado da marca Grupo Rocha Saúde® - comércio varejista. Rotulado como: "Chá de Bugre". Validade: Maio/2026. Embalagem sem tabela nutricional.	Outubro de 2024	Figura A.3 e A.4 (Apêndice A)
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	Sucupira	Casca	Produto industrializado da marca Viva Natureza - comércio varejista. Rotulado como: "Casca de Sucupira". Validade: Janeiro/2026. Embalagem sem tabela nutricional.	Outubro de 2024	Figura A.9 e A.10 (Apêndice A)

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

3.3 Preparação dos extratos vegetais

Após a identificação botânica, as seis espécies vegetais selecionadas para este estudo foram inicialmente submetidas à triagem manual, com separação criteriosa das partes de interesse (folhas, frutos, semente, caule e bulbo) (Figura 1 – processo 2). Em seguida, as partes vegetais foram trituradas com liquidificador (porangaba, guaraná, sucupira e barbatimão) e moídas com auxílio de um pilão (pimenta-malagueta e marupazinho), para aumentar a superfície de contato (Figura 1 – processo 3). As amostras foram adicionadas em béqueres individuais e pesadas em balança analítica de precisão (Figura 1 – processo 4).

Para cada espécie vegetal, foi pesada uma amostra inicial, que posteriormente foi destinada a cada um dos métodos de extração: aquosa e etanólica. Para as extrações aquosa e etanólica, foi adicionado respectivamente água destilada e álcool etílico 96%.

3.3.1 Extrato aquoso por decocção

A extração aquosa foi realizada por fervura da mistura, segundo Oliveira et al. (2025), simulando as condições tradicionais que os consumidores usam na preparação de chás (Figura 1 – processo 5.A). As amostras foram adicionadas a água destilada – proporção de até 1:5 (p/v) – e fervida a 100 ± 2 °C, por 15 minutos (ebulição), em um sistema aberto. A mistura foi filtrada para separação da fase líquida, que apresentou perda média de 50% do volume inicial por evaporação (Figura 1 – processo 5.A e 6). Os extratos foram então resfriados à temperatura ambiente e armazenados em frasco âmbar, identificados e sob refrigeração (Figura 1 – processo 8). Os dados do preparo do extrato estão identificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados de preparo do extrato aquoso.

Vegetal e parte utilizada	Tipo de Extrato	Massa (g)	Líqu. Extrator (mL)	Planta:Solvente (p/v)	Volume filtrado (mL)
Barbatimão (casca)	Aquoso	10	50	1:5	24
Guaraná (semente)	Aquoso	10	50	1:5	27
Marupá (Bulbo)	Aquoso	10	50	1:5	20
Pimenta (fruto e semente)	Aquoso	10	50	1:5	20
Porangaba (folha)	Aquoso	10	50	1:5	20
Sucupira (casca)	Aquoso	10	50	1:5	27

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

3.3.2 Extrato hidroalcoólico reconstituído e filtrado

Para fins comparativos, foram empregados dois métodos de extração etanólica, utilizando inicialmente, a técnica de maceração a frio (Figura 1 – processo 5.B). O primeiro experimento foi conduzido de forma similar à extração aquosa: amostras de material vegetal seco foram colocadas em béqueres de vidro (300 mL), contendo etanol 96% – proporção de até 1:5 (p/v) –, onde permaneceu em repouso por 48 horas, sob agitação ocasional, em ambiente protegido da luz solar direta. Após esse período, a mistura foi levada à chapa aquecedora para garantir completa evaporação do etanol residual, mantido até o material apresentar-se seco ao toque e sem líquido visível no fundo do recipiente (Figura 1 – processo 5.C).

Em seguida, ainda com material aquecido, foi adicionada a mesma proporção de água destilada, submetido à agitação manual e deixado em descanso até resfriamento à temperatura ambiente (Figura 1 – processo 5.D). Após este processo, a fase líquida hidroalcoólica foi separada por filtração utilizando papel filtro ou peneira (no caso das amostras mais espessas – guaraná e marupá) (Figura 1 – processo 6). Os dados do preparo do extrato estão identificados na Tabela 3.

Tabela 3 – Dados de preparo do extrato hidroalcoólico.

Vegetal e parte utilizada	Tipo de Extrato	Massa (g)	Líqu. Extrator (mL)	Planta:Solvente (p/v)	Volume filtrado (mL)
Barbatimão (casca)	Etanólico	50	100	1:2	77
Guaraná (semente)	Etanólico	30	90	1:3	46
Marupá (Bulbo)	Etanólico	10	50	1:5	43
Pimenta (fruto e semente)	Etanólico	12	24	1:2	21
Porangaba (folha)	Etanólico	10	40	1:4	30
Sucupira (casca)	Etanólico	50	100	1:2	87

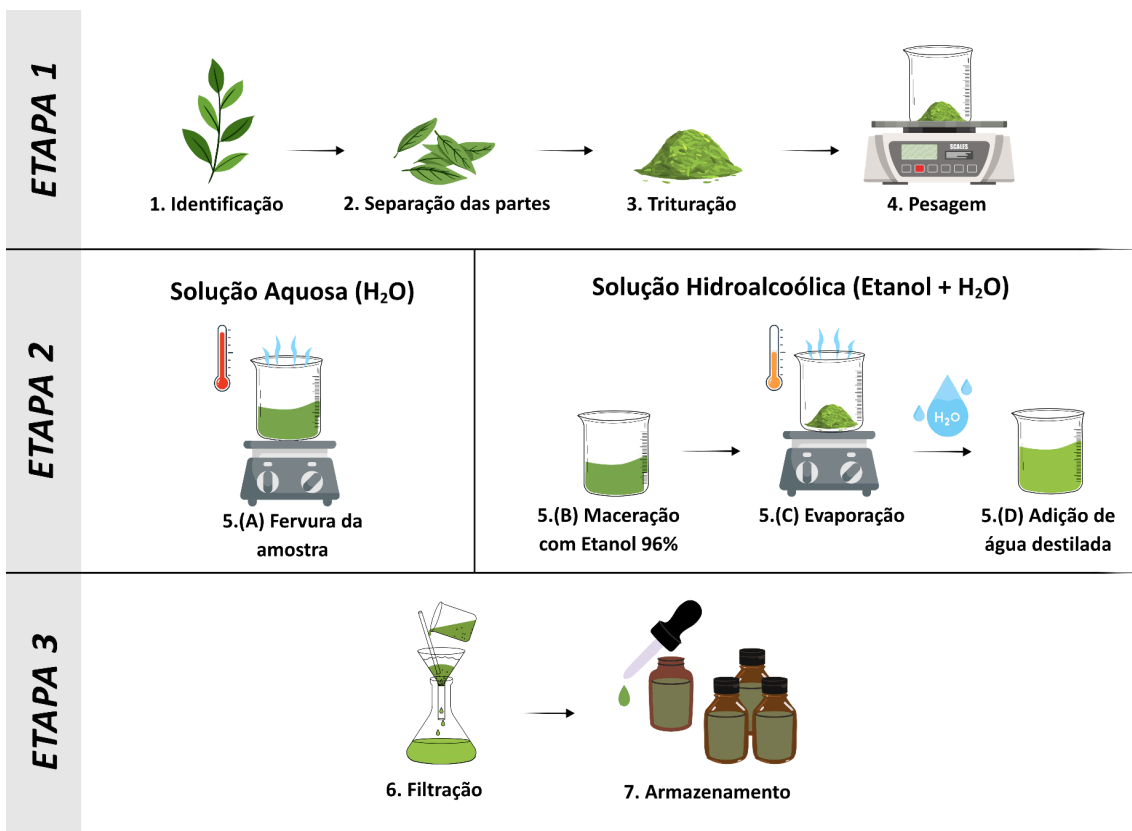
Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

3.3.3 Extrato bruto solubilizado em solução hidroetanólica a 10%

O segundo método de extração etanólica também foi realizado por maceração, porém foi conduzido conforme o estudo de Bustamante et al. (2010), com adaptações. Nesse método, o material vegetal seco foi misturado com etanol 96%, proporção de 1:4 (p/v), e após o repouso por 48 horas, a mistura foi filtrada utilizando uma peneira e levada à chapa aquecedora, por até 100 ± 2 °C, para garantir completa evaporação do etanol residual (Figura 1 – processo 5.C).

Em seguida, o extrato bruto foi solubilizado em uma solução composta por 10% (v/v) de etanol a 96% e 90% (v/v) de água destilada. Os dados do preparo do extrato estão identificados na Tabela 4.

Figura 1 – Etapas do preparo do extrato aquoso e hidroalcoólico.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Tabela 4 – Dados de preparo do extrato bruto hidroetanólico solubilizado. *EB, extrato bruto.

Vegetal e parte utilizada	Tipo de Extrato	Massa (g)	Líquido Extrator - Etanol (mL)	*E.B (g)	Solvente 1 - Etanol (mL)	Solvente 2 - Água (mL)	Volume final (mL)	Concentração (g/mL)	Rendimento (%)
Barbatimão (casca)	Etanólico	30	120	7,00	0,70	6,30	7	1	23,33%
Guaraná (semente)	Etanólico	30	120	4,70	0,47	4,23	4,70	1	15,66%
Marupá (Bulbo)	Etanólico	5,37	21,48	0,33	0,20	1,80	2	0,16	6,14%
Pimenta (fruto e semente)	Etanólico	28,75	115	1,97	0,20	1,80	2	0,98	6,85%
Porangaba (folha)	Etanólico	9,17	36,68	0,46	0,28	2,51	2,79	0,16	5,01%
Sucupira (casca)	Etanólico	30	120	2,43	0,24	2,16	2,40	1,01	8,10%

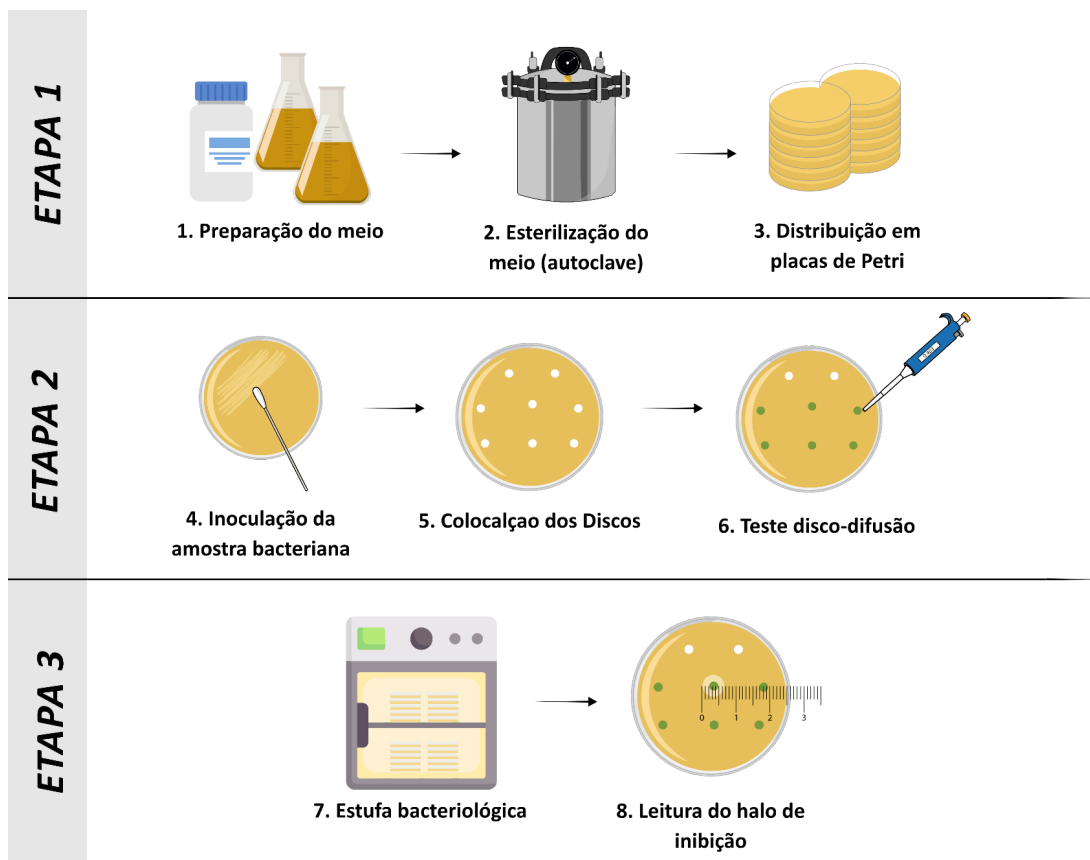
Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

3.4 Avaliação da atividade antimicrobiana

Para a avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos vegetais, foram utilizadas quatro cepas bacterianas: três pertencentes ao grupo das Gram-negativas (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Proteus mirabilis*) e uma Gram-positiva (*Staphylococcus aureus*). Todas as cepas padrão foram obtidas da coleção de culturas do Laboratório de Ciências (Labocien) do CEUB, sendo ATCC (*American Type Culture Collection*) e reativadas em caldo BHI (Brain Heart Infusion) a 37 °C por 24 horas. Foram preparadas suspensões de cultura, diluídas em solução salina 0,85% utilizando a escala de 0,5 de MacFarland até a obtenção de aproximadamente $1,5 \times 10^8$ Unidades Formadoras de Colônia (UFC.mL⁻¹) para as bactérias.

O teste de suscetibilidade de bactérias a antimicrobianos seguiu o protocolo de Kirby-Bauer, descrito por Andrews (2009), incluindo a preparação do meio (Ágar Mueller - Hinton - MH) e sua distribuição em placas de Petri (140 x 15 mm), além da realização do método disco-difusão para avaliação da atividade antimicrobiana (Figura 2 – processos 1 a 8). Para tal, discos estéreis de papel filtro (6 mm) receberam uma alíquota de 10 µL de cada extrato a ser testado e, em seguida, o disco foi aplicado com pinça estéril sobre uma placa de Petri contendo ágar Mueller-Hinton (MH), previamente inoculada com o microrganismo a ser testado.

Figura 2 – Preparo e aplicação do teste de sensibilidade antimicrobiana.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Em cada placa de Petri foram aplicados oito discos estéreis de papel filtro: (1) controle negativo com o solvente utilizado nos extratos – água ultrapura ou álcool etílico 50% (7 μ L); (2) controle positivo contendo os discos de antibiótico – cefalexina para *E.coli*, *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus*, e levofloxacino para *Klebsiella pneumoniae*; (3) disco contendo extrato aquoso (E.A.) (10 μ L) ou (4) disco impregnado em extrato etanólico (E.E.) (10 μ L). Dado estes procedimentos, as placas ficaram incubadas por 48 horas em uma estufa bacteriológica a 37°C (Figura 3).

Os ensaios foram conduzidos em triplicata para cada cepa bacteriana e a atividade antimicrobiana foi determinada pela formação de halos de inibição ao redor dos discos impregnados com os extratos, os quais foram medidos com régua métrica.

Figura 3 – Organização dos discos na placa de Petri com suas numerações correspondentes.



Descrição: Figura 3 – Fotografia da placa de Ágar Mueller-Hinton. Arquivo pessoal da autora (2025).
Legenda da disposição dos discos da figura ilustrativa: 1: Controle positivo com antibiótico Amicacina. 2: Controle negativo com água ultra pura. 3: E.A do Barbatimão. 4: E.A. da semente do guaraná. 5: E.A do bulbo do marupá. 6: E.A da folha da porangaba. 7: E.A. da semente da pimenta Malagueta. 8: E.A da casca da Sucupira.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Para analisar os dados obtidos, mediu-se os diâmetros com régua métrica para avaliar a zona de inibição, incluindo o diâmetro do disco na medida. No teste de difusão em disco, os halos de inibição com diâmetro igual ou superior a 6 mm são considerados como indicativos de atividade inibitória contra o microrganismo testado. Nesta pesquisa, utilizamos o mesmo parâmetro (BONA et al, 2014). Além disso, as placas de ágar Mueller-Hinton foram lidas sem luz refletida, e a leitura das placas foram suplementadas com a tampa removida. Durante a análise, considerou-se apenas os discos que formaram halos de inibição. Discos que não apresentaram halo de inibição foram desconsiderados.

3.5 Ensaio larvicida e análise da toxicidade de extratos vegetais

As larvas de *Aedes aegypti* foram fornecidas por doação, coletadas em domicílio durante a ação da Vigilância Ambiental do Distrito Federal (DIVAL) na região do Varjão-DF, nos meses de maio a julho de 2025. Amostras das larvas foram coletadas de

cada lote e enviadas à Diretoria de Vigilância Ambiental do Distrito Federal (DIVAL) para a identificação e confirmação da espécie das larvas de *Aedes aegypti*, laudo disponível em apêndice (B.1). A identificação das larvas também foi realizada através das características morfológicas citadas na literatura (CONSOLI E OLIVEIRA, 1994; SANTOS, 2008).

Os bioensaios foram realizados segundo a metodologia preconizada pela World Health Organization (WHO) (2009) com adaptações. Larvas do 3º e 4º instar foram expostas a diferentes concentrações de extrato aquoso das seis espécies vegetais citadas. Os testes foram conduzidos à temperatura ambiente (25 ± 2 °C), em ciclo de luz natural (12h luz e 12h escuro) e sem alimentação por 48h. O grupo das larvas expostas aos extratos foi mantido em água destilada, sem alimentação, por 24 horas antes do início do experimento. Já o grupo de larvas do 1º e 2º instar foram mantidas em recipiente contendo matéria orgânica, para permitir o seu desenvolvimento.

O ensaio realizado tem caráter preliminar, em duplicata, sendo distribuídas de três a cinco larvas para cada concentração testada, a depender do tipo de extrato, visando observar tendências de mortalidade e avaliar a viabilidade do método para posterior ampliação do número de amostras. A mortalidade foi avaliada após 24 e 48 horas de exposição, segundo WHO (2009), utilizando 400, 800 e 1600 µL do extrato aquoso, em duplicata. Para avaliar o efeito larvicida a partir do extrato bruto hidroetanólico, foram utilizados 200, 400 e 800µL, utilizando cinco larvas amostrais (Tabela 5).

Tabela 5 – Volumes de extrato testados no ensaio larvicida.

Vegetal e Parte utilizada	Tipo de extrato	Proporção (p/v) e concentração (g/mL)	Volume testado (µL)	Nº de larvas testadas
Barbatimão (casca)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:2	400, 800 e 1600	3
	Extrato Bruto (E.B.)	1	200, 400 e 800	5
Guaraná (semente)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:3	400, 800 e 1600	3
	Extrato Bruto (E.B.)	1	200, 400 e 800	5
Marupá (Bulbo)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:5	400, 800 e 1600	3
	Extrato Bruto (E.B.)	0,16	200, 400 e 800	5
Pimenta (fruto e semente)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:2	400, 800 e 16000	3
	Extrato Bruto (E.B.)	0,98	200, 400 e 800	5
Porangaba (folha)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:4	400, 800 e 1600	3
	Extrato Bruto (E.B.)	0,16	200, 400 e 800	5
Sucupira (casca)	Extrato Aquoso (E.A.)	1:2	400, 800 e 1600	3
	Extrato Bruto (E.B.)	1,01	200, 400 e 800	5

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Como trata-se de uma análise preliminar e de caráter qualitativo, em função do número amostral limitado disponível para a pesquisa, buscou-se calcular a ação larvicida, pelo cálculo de porcentagem de mortalidade.

4 Resultados e discussão

As plantas exercem uma importante função na síntese de compostos orgânicos essenciais, os quais participam tanto de processos vitais quanto de mecanismos de sobrevivência, que são chamados de metabólitos primários e secundários, respectivamente. Os metabólitos secundários conferem às plantas capacidades especializadas adaptativas e que têm demonstrado importância médica e ecológica devido às suas propriedades bioativas. Alguns compostos bioativos de interesse médico são classificados de acordo com sua origem biossintética, propriedades de solubilidade e grupos funcionais, dessa forma a escolha do líquido extrator é crucial para uma extração eficaz (HARBORNE, 1980).

Conforme descrito por Guedes et al. (2024), as substâncias fitoquímicas constituem uma base promissora para o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos, uma vez que determinados metabólitos, como os fenólicos, apresentam efeito bactericida e bacteriostático. Sob essa ótica, o estudo Harborne (1980) descreve que compostos fenólicos, incluindo flavonóides, ácidos fenólicos e taninos, são melhor extraídos em solução hidroetanólica. Somado a isso, o uso do álcool em ebulição seria necessário para prevenir a oxidação ou hidrólise enzimática desses compostos (HARBORNE, 1980).

Dessa forma, para realização do presente estudo, optou-se por utilizar o etanol 96%, a água destilada e a solução hidroalcoólica como solventes na técnica de preparo dos extratos utilizados.

O extrato aquoso obtido por meio da fervura do material vegetal em água, simulando a preparação tradicional de chá, foi avaliado quanto à atividade antimicrobiana frente a quatro cepas bacterianas: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis* e *Staphylococcus aureus*, utilizando-se o método de

difusão em disco de Kirby–Bauer. Apenas a *K. pneumoniae* não apresentou algum grau de inibição em resposta ao extrato aquoso da casca do barbatimão.

Os maiores diâmetros médios dos halos de inibição foram observados, respectivamente, para o *S. aureus* ($18,0 \pm 0,1$ mm), indicando a maior sensibilidade a esse microrganismo. Em seguida, foram observados os valores para *E. coli* (10 ± 1 mm), e *P. mirabilis* ($9,5 \pm 0,7$ mm) (Tabela 6). Por outro lado, os extratos aquosos derivados de guaraná, marupá, pimenta, porangaba e sucupira não demonstraram atividade antimicrobiana significativa contra as cepas avaliadas. Como parâmetro para mensurar os halos formados pelo processo inibitório levamos em consideração os halos de inibição com diâmetro igual ou superior a 6 mm, de acordo com Bona, et al. (2014) (Tabela 6, Figura 4).

Tabela 6 – Resultado da avaliação antimicrobiana do extrato aquoso (E.A.)

Parte vegetal	Halo de inibição (valor de referência >6 mm)			
	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Proteus</i>	<i>S. aureus</i>
Barbatimão	-	-	$9,5 \pm 0,7$	$18,0 \pm 0,1$

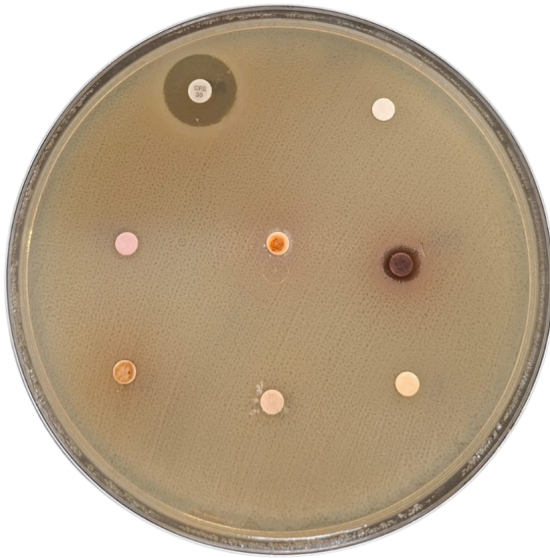
(-) sem efeito antimicrobiano.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Figura 4 – Placas de petri com meio de cultura Ágar Mueller Hinton, cultivados com a bactéria (A) *Proteus mirabilis* e (B) *S. aureus* apresentando o efeito inibitório pelo extrato de barbatimão.

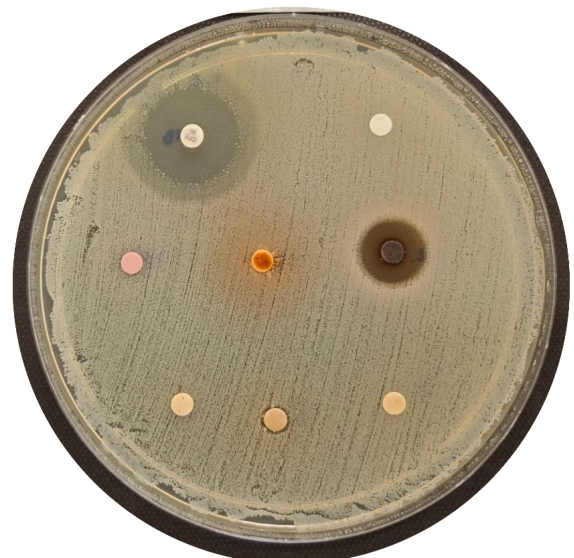
A

Extrato Aquoso

*Proteus mirabilis*

B

Extrato Aquoso

*Staphylococcus aureus*

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Os resultados obtidos corroboram o estudo recente de Preczenhak et al. (2025), o qual evidenciou que, embora a fervura do chá líquido proporciona uma maior concentração de polifenóis totais em comparação à infusão, esse método ainda resulta em uma redução significativa desses compostos bioativos quando comparado ao método de liofilização no preparo do extrato.

Essa redução explica a ausência de atividade antimicrobiana em grande parte dos extratos testados. Entretanto, a extração por fervura, comumente empregada no preparo doméstico do chá de barbatimão, apresentou atividade antimicrobiana relevante contra as cepas bacterianas avaliadas, indicando que os compostos bioativos da casca permanecem em concentrações suficientes para exercer efeito biológico após o processo de fervura, ressaltando seu potencial terapêutico.

Além disso, a utilização de dois métodos distintos para a obtenção dos extratos etanólicos foi adotada com o objetivo de ampliar o espectro de compostos bioativos extraídos das matrizes vegetais. Uma das metodologias aplicadas, na preparação do extrato hidroalcoólico reconstituído e filtrado, consistiu em um processo análogo ao preparo tradicional do extrato aquoso, visando oferecer uma alternativa mais prática e passível de reprodução em ambiente doméstico. A outra metodologia aplicada no preparo do extrato bruto solubilizado em solução hidroetanólica a 10% seguiu protocolos amplamente descritos na literatura científica, de modo a permitir a comparação dos resultados.

O extrato hidroalcoólico reconstituído demonstrou uma atividade antimicrobiana superior em relação ao extrato aquoso, especialmente quando comparado a outros extratos. Os extratos de Marupá, Pimenta e Sucupira não apresentaram atividade antimicrobiana detectável, e nenhuma das amostras testadas apresentou efeito sobre o crescimento de *Escherichia coli* e *K. pneumoniae*, indicando resistência destas bactérias aos extratos avaliados.

No ensaio de atividade antimicrobiana em cepa de *Staphylococcus aureus*, os extratos (E.E) testados apresentaram diferentes níveis de inibição, com halos que variaram de $22,6 \pm 3,0$ mm para o extrato de barbatimão (Figura 5), $9,3 \pm 0,5$ mm para o extrato de guaraná e 9,0 mm para o extrato de porangaba. Já o *Proteus* apresentou inibição de $12,3 \pm 0,5$ mm (Tabela 7). Contudo, todos os halos formados apresentaram diâmetro > 6 mm, indicando que estas plantas apresentam efeito inibitório desejável nestes microrganismos.

Tabela 7 – Resultado da avaliação antimicrobiana do extrato hidroalcoólico reconstituído e filtrado.

Parte vegetal	Halo de inibição (valor de referência >6 mm)			
	<i>E. coli</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Proteus</i>	<i>S. aureus</i>
Barbatimão	-	-	12,3 ± 0,5	22,6 ± 3,0
Guaraná	-	-	-	9,3 ± 0,5
Porangaba	-	-	-	9,0

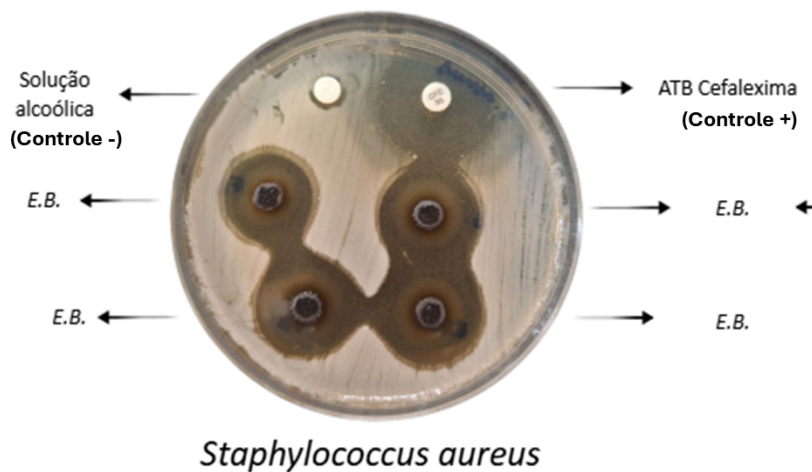
(-) indica ausência de halo de inibição.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

Figura 5 – Placas de petri com meio de cultura Ágar Mueller Hinton, cultivados com a bactéria (A) *S. aureus* e (B) *Proteus mirabilis* apresentando o efeito inibitório pelo extrato de barbatimão. (C e D) *S. aureus* apresentando o efeito inibitório pelo extrato de guaraná e porangaba, respectivamente. (E.E. - extrato etanólico; E.B. - extrato bruto).Fonte: Autoria própria (2025).

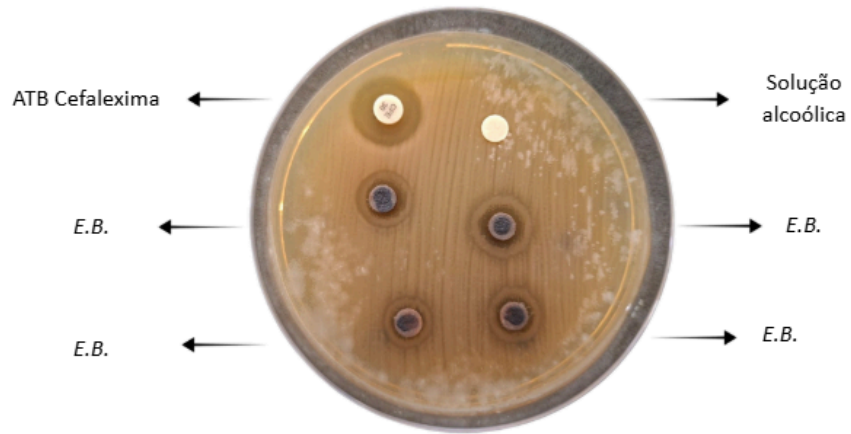
A.

Barbatimão - E.E.



B.

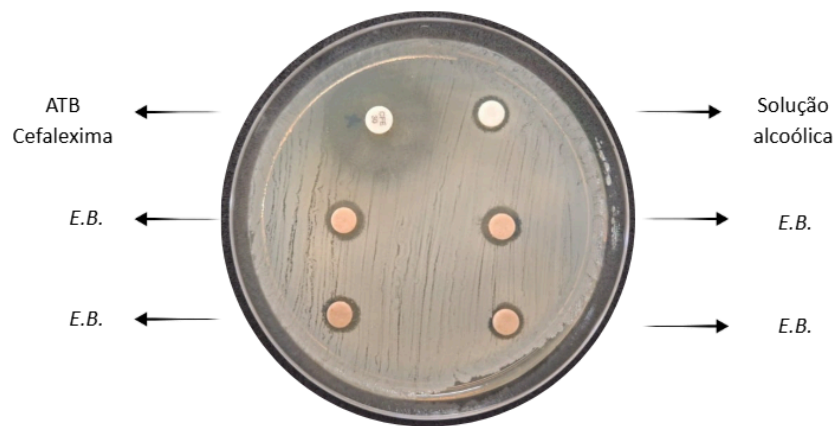
BARBATIMÃO E.E.



Proteus mirabilis

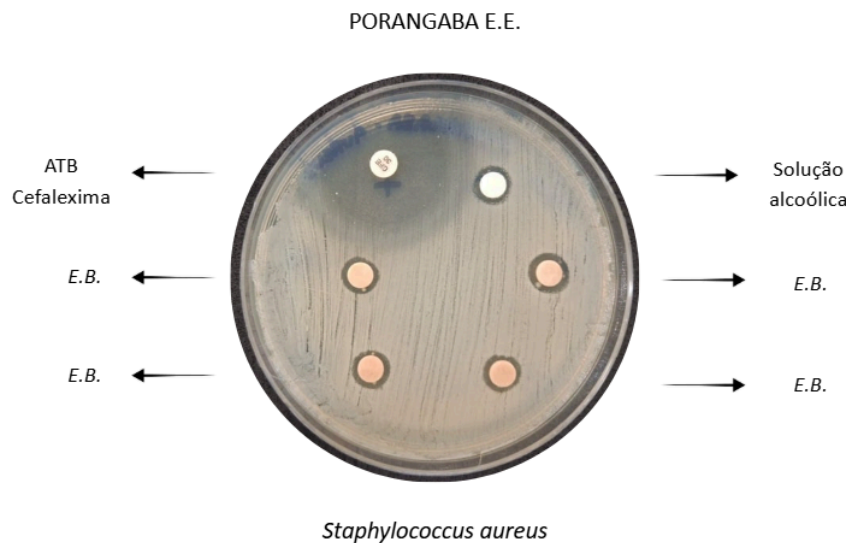
C.

GUARANÁ E.E.



Staphylococcus aureus

D.



Fonte: Autoria própria (2025).

O aumento nos efeitos observados, em comparação aos extratos aquosos, podem ser atribuídos à presença de compostos bioativos extraídos durante o processo de maceração, que possuem atividade antimicrobiana. No entanto, para uma comparação mais precisa, são necessários estudos adicionais utilizando proporções padronizadas, a fim de determinar com maior confiabilidade as diferenças nos resultados encontrados.

Segundo Santos et al. (2024), o extrato hidroetanólico de barbatimão apresentou atividade antimicrobiana, com halos de inibição de 12,66 mm para *Staphylococcus aureus* e 11 mm para *Escherichia coli*. Embora, no presente estudo, não tenha sido observada atividade inibitória frente a *E. coli*, verificou-se um potencial antimicrobiano ainda mais expressivo contra *S. aureus*, tanto para o extrato hidroalcoólico ($22,6 \pm 3,0$ mm) quanto para o extrato aquoso ($18,0 \pm 0,1$ mm). Esses achados evidenciam a eficácia de uma metodologia de menor complexidade, de fácil reprodutibilidade, inclusive em ambientes domésticos, mantendo desempenho superior para a espécie bacteriana avaliada (Figura 5).

Já o extrato bruto solubilizado em solução hidroetanólica a 10% preparado conforme descrito acima, e guiado pelo estudo de Bustamante et al. (2010), apresentou como principal limitação a técnica de maceração e solubilização, que resultou em extratos muito espessos, comprometendo a leitura dos discos em placa e exigindo etapas adicionais de solubilização para obtenção de resultados mais confiáveis. Além disso, houve restrições relacionadas à matéria-prima, uma vez que nem todas as espécies vegetais estavam disponíveis, como no caso do marupá, cuja obtenção se mostrou mais difícil.

Apesar dessas limitações que impediram a aplicação no ensaio antimicrobiano, o extrato bruto foi empregado no ensaio larvicida, a segunda etapa desta pesquisa, no qual apresentou resultados satisfatórios (Tabela 9).

Cabe ressaltar que devido ao número amostral limitado de larvas de *Aedes aegypti*, o presente estudo foi conduzido como uma avaliação preliminar, exploratória e qualitativa, com relação ao efeito larvicida tanto do extrato bruto etanólico, quanto do extrato aquoso obtido das partes vegetais descritas na primeira etapa desta pesquisa.

Como resultado, podemos observar que o Barbatimão apresentou, no extrato aquoso (E.A.), mortalidade aumentada em relação a concentração e o tempo de exposição, atingindo valores de até 100% nas maiores doses, após 48h. Já no extrato etanólico (E.E.), a mortalidade foi moderada, com efeitos claros de dose nas duas concentrações maiores atingindo 60% da mortalidade. O aumento do tempo não resultou em aumento significativo da mortalidade, sugerindo que o tempo tem menor impacto para o E.E., neste caso. Contudo, a média do percentual de mortalidade das larvas foi de 51,5% (Tabela 8).

Para o Guaraná, em E.A., a mortalidade foi baixa ou ausente nas doses menores, mas chegou na dose mais alta após 48h, indicando existência de efeito apenas em condições específicas. Já em E.E., apresentou baixa mortalidade nas doses menores. Em geral, Guaraná apresenta efeito larvicida somente nas doses e tempos

mais altos, e isso está associado à variabilidade experimental. Contudo, a média do percentual de mortalidade das larvas foi de 22,2% (Tabela 8).

As análises do Marupá apresentaram, em E.A., mortalidade nula em quase todas as condições. No E.E., a mortalidade se apresentou consistente e moderada (32,8%), em todas as concentrações e tempos, sugerindo padrão de baixo efeito tóxico. Os extratos de Pimenta apresentaram altas taxas de mortalidade, com valores máximos (80%) nas maiores doses e após 48h, sendo o extrato mais efetivo entre todos (Tabela 8). Por outro lado, os extratos de Porangaba e Sucupira apresentaram ausência de efeito larvicida relevante nas concentrações e tempos testados. Apresenta ineficácia do extrato para larvicidas nessas doses.

Tabela 8 – Média de mortalidade das larvas de *A. aegypti* quando expostas aos extratos das plantas.

Planta	Média de Mortalidade (%)
Barbatimão	51,5
Guaraná	22,2
Marupá	32,8
Pimenta malagueta	80,0

Fonte: Autoria própria (2025).

Esses achados justificam a realização de estudos adicionais com maior número amostral e réplicas para permitir estimativas mais precisas.

Além disso, estes resultados são satisfatórios e promissores, incluindo o baixo custo e a ampla acessibilidade para a produção, por parte da população, que por sua vez, pode ser incentivada e conscientizada a cultivar estes espécimes de plantas em suas casas ou locais de residência. Tais medidas podem se associar com políticas públicas em saúde comunitária, dentre outras estratégias, como um retorno para a sociedade. Além disso, associa-se à sustentabilidade e à segurança em saúde e ambiental.

Tabela 9 – Dados do bioensaio utilizados para verificar o efeito de mortalidade de larvas de *A. aegypti* quando em contato com os extratos das plantas. (E.A. - extrato aquoso; E.E - extrato etanólico).

Vegetal e Parte utilizada	Mortes a partir do E.A. (rep1/rep2) (n = 3)						Mortes a partir do E.E. (rep1) (n = 5)						
	400 µL		800 µL		1600 µL		200 µL		400 µL		800 µL		
	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	24h	48h	
Barbatimão (casca)	0/1	0/1	1/2	3/3	3/2	3/2							
	1	1	3	6	2	5	3	3	5	5	5	5	5
Guaraná (semente)	0/0	1/0	0/0	0/0	0/0	3/3							
	0	1	0	0	0	6	5	5	5	5	5	5	5
Marupá (Bulbo)	0/0	0/0	1/0	1/0	0/1	0/1							
	0	0	1	1	1	1	3	4	2	4	5	5	5
Pimenta (fruto e semente)	2/3	3/3	1/3	1/3	3/1	3/3							
	5	6	4	4	4	6	5	5	5	5	5	5	5
Porangaba (folha)	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1							
	0	0	0	0	0	2	1	3	3	4	5	5	5
Sucupira (casca)	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0							
	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5

Fonte: Elaborado pelas autoras (2025).

5 Conclusões

A presente pesquisa buscou analisar a interação entre moléculas produzidas por vegetais e o seu efeito para o controle microbiano e de insetos vetores. Neste sentido, os resultados obtidos no teste antimicrobiano foram promissores, indicando um efeito inibitório em cepa de *Staphylococcus aureus*, com especial destaque para o extrato hidroalcoólico da planta de origem do Cerrado, o Barbatimão, que mostrou um halo de inibição significativamente maior do que os valores descritos na literatura.

As variações identificadas entre os extratos sugerem uma influência direta da composição fitoquímica e da técnica de extração, sendo provável que a maceração em solvente hidroalcoólico tenha facilitado a liberação de compostos bioativos com maior efeito antimicrobiano. Apesar de não ter sido observada inibição para *Escherichia coli*, o resultado positivo contra *S. aureus* sugere um potencial promissor para o uso desses extratos, especialmente levando em conta a simplicidade e a reprodutibilidade do método aplicado. Cabe ressaltar, que esta linha de pesquisa apresenta perspectivas futuras quanto ao isolamento da (s) substância (s) responsável (is) pelo efeito inibitório.

Ainda neste sentido, os bioensaios com larvas de *A. aegypti* indicam que os extratos das partes vegetais possuem um potencial efeito larvicida, mesmo quando preparado de forma simples e acessível, como em extrato aquoso. Apesar das limitações relacionadas ao número reduzido de indivíduos testados, a avaliação exploratória permitiu observar efeitos satisfatórios sobre as larvas. Esses achados reforçam a viabilidade de abordagens sustentáveis e de baixo custo no controle de vetores, além de fornecerem uma base para estudos futuros, nos quais a ampliação do número amostral permitirá estimativas mais precisas do efeito larvicida.

É fundamental que novas pesquisas sejam feitas, com a padronização de concentrações, para validar e aprofundar a compreensão sobre a eficácia constatada.

6 Referências

- ALEXANDRE, Karla de Picoli. Caracterização farmacodiagnóstica de guaçatonga (*Casearia sylvestris* SW) e porangaba (*Cordia salicifolia* ou *Cordia ecalyculata* Vell. / Boraginaceae). 2023. 70 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Farmácia) – Universidade Anhanguera de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/bitstream/123456789/32095/1/KARLA%20DE%20PICOLI%20ALEXANDRE%20dissertacao.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- ALMEIDA, Yuri de Souza Andrade Pastor; ESPINAR, Maria Teresa Fachin; ARANHA, Elenn Suzany Pereira; et al. Estudo fitoquímico e bioatividade de *Eleutherine bulbosa* (MILLER) Urb. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 11, n. 14, p. e36911436460–e369111436460, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/36460>. Acesso em: 9 jul. 2025.
- ANDRADE, Fernanda Aparecida Goveia Freitas¹; Luara Fernanda de. DENGUE: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA – Revista Científica. , 9 jul. 2025. Disponível em: <https://show.scientificsociety.net/2023/12/dengue-uma-revisao-narrativa-da-literatura/> . Acesso em: 13 jul. 2025
- ANDREWS, Jean M. Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol. Washington, DC: American Society for Microbiology, 2009. Disponível em: <https://asm.org/Protocols/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Pro> . Acesso em: 02 ago. 2025.
- ANGOTTI, Alanis Amorim; SILVA, João Gabriel Sanchez Tavares da; YONEKURA, Tatiana; et al. Revisão sistemática rápida: Efetividade da estratégia Wolbachia para enfrentamento às arboviroses. Revista Panamericana de Salud Pública, v. 48, p. e98, 2024. Disponível em: <https://www.scielosp.org/article/rpsp/2024.v48/e98/> . Acesso em: 9 jul. 2025.
- ANTONELLI-USHIROBIRA, Tânia Mara; YAMAGUTI, Elza; UEMURA, Leila Mariko; et al. Estudio químico y microbiológico del Extracto de Semillas de Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*). Latin American Journal of Pharmacy, v. 26, n. 1, 2007. Disponível em: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/7431> . Acesso em: 12 jul. 2025.
- ARAÚJO, Mariana; DE MORAIS DOS SANTOS, Alana Raabe; ARIMA MIRANDA, Marla Ribeiro. Estudo Fitoquímico da Porangaba (*Cordia salicifolia*) Comercializada em Campo Grande/MS. Revista Cereus, v. 17, n. 1, p. 272–281, 2025. Disponível em: <http://www.ojs.unirg.edu.br/index.php/1/article/view/5419> . Acesso em: 13 jul. 2025.
- Arboviroses. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses/arboviroses> . Acesso em: 8 jul. 2025.
- BONA, A. M.; PINTO, G. S.; FRUET, T. K.; JORGE, T. C. M.; MOURA, A. C. Comparison of methods for evaluation of antimicrobial activity and determination of minimum inhibitory concentration (mic) of aqueous and ethanol plant extracts. Pharmacology/Scientific Article. Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.81, n.3, p. 218-225, 2014.
- BORGES, Edinilza Silva; GALUCIO, Natasha Costa da Rocha; VEIGA, Andreza Socorro Silva; et al. Botanical studies, antimicrobial activity and cytotoxicity of *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb. Research, Society and Development, v. 9, n. 11, p. e3369119992–e3369119992, 2020.

Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/9992>> . Acesso em: 15 jul. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Farmacopeia Homeopática Brasileira, 3. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2011. Atualizada em 6 dez. 2022. Disponível em: <https://bibliotecadigital.anvisa.gov.br/jspui/handle/anvisa/828>. Acesso em: 10 julho. 2025.

BRASIL. Farmacopeia Brasileira. 6. ed., v. 2. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/6a-edicao-volu-me-2> . Acesso em: 10 julho. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Arboviroses. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses/arboviroses>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Chikungunya. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/c/chikungunya/chikungunya>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dengue. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dengue/dengue>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Painel de Monitoramento das Arboviroses. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-egypti/monitoramento-da-s-arboviroses/painel>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Zika Vírus. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/z/zika-virus/zika-virus>. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRITO, Carlos et al. Chikungunya: From Hypothesis to Evidence of Increased Severe Disease and Fatalities. *Viruses*, v. 17, n. 1, p. 62, 3 jan. 2025.

BRITTO, José Augusto Alves de et al. Desenvolvimento de crianças nascidas durante a epidemia do vírus Zika no Brasil: uma geração em risco? *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 30, p. e15022023, 25 abr. 2025.

CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 228 p. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/th/pdf/consoli-8585676035.pdf> . Acesso em: 10 ago. 2025.

CONTRERAS-OMAHÑA, R.; ESCORCIA-SAUCEDO, A. E.; VELARDE-RUIZ VELASCO, J. A. Prevalence and impact of antimicrobial resistance in gastrointestinal infections: A review. *Revista de Gastroenterología de México (English Edition)*, v. 86, n. 3, p. 265–275, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2255534X21000633>>. Acesso em: 7 jul. 2025.

DA SILVA, Francisco; DE SANTANA, Carolina Moreira; DE ALMEIDA, Francileuda Batista; et al. Análise da utilização da pimenta (*Capsicum frutescens* L.) e sua indicação medicinal: Revisão. *Pubvet*, v. 11, n. 04, 2017. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1336>> . Acesso em: 22 jul. 2025.

DE OLIVEIRA SANTOS, João Victor; DA COSTA JÚNIOR, Sérgio Dias; DE FÁTIMA RAMOS DOS SANTOS MEDEIROS, Sandrelli Meridiana; et al. Panorama of Bacterial Infections Caused by Epidemic Resistant Strains. *Current Microbiology*, v. 79, n. 6, p. 175, 2022. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s00284-022-02875-9>>. Acesso em: 4 julho. 2025.

DHINGRA, Sameer; RAHMAN, Nor Azlina A.; PEILE, Ed; et al. Microbial Resistance Movements: An Overview of Global Public Health Threats Posed by Antimicrobial Resistance, and How Best to Counter. *Frontiers in Public Health*, v. 8, p. 535668, 2020. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7672122/>>. Acesso em: 5 julho. 2025.

ENGDAHL, Cecilia S., et al. Discovery of novel natural products for mosquito control. *Parasites & Vectors*, vol. 15, no 1, dezembro de 2022, p. 481. BioMed Central, <https://doi.org/10.1186/s13071-022-05594-z>.

FERNANDES, Ciro Octávio de Souza et al. ARBOVIROSES EMERGENTES E REEMERGENTES NO BRASIL: DENGUE, CHIKUNGUNYA E ZIKA. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, v. 6, n. 8, p. 5036–5048, 28 ago. 2024.

FIOCRUZ. Biologia do *Aedes aegypti*. Disponível em: <https://www.invivo.fiocruz.br/saude/biologia-do-aedes-aegypti/>. Acesso em: 9 jul. 2025.

GIUPPONI, Ana Luísa Ferreira; CUNHA, Beatriz Da Silva; CARVALHO, Marco Túlio Menezes; et al. AVALIAÇÃO DA BIOATIVIDADE ANTICOAGULANTE E ANTIMICROBIANA DE DIFERENTES EXTRATOS DAS PLANTAS *Cordia salicifolia* E *Chrysobalanus icaco* L. In: NETO, Benedito Rodrigues Da Silva (Ed.). *Consolidação do Potencial Científico e Tecnológico das Ciências Biológicas 2*. 1. ed. [s.l.]: Atena Editora, 2020, p. 25–39. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3705>> . Acesso em: 13 jul. 2025.

GOMES, Tais Garcia Dias. Estudo farmacognóstico de Porangaba (*Cordia ecalyculata* Vell. - Boraginaceae) e identificação de adulterações. Mestrado em Insumos Farmacêuticos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9138/tde-18042017-163612/>> . Acesso em: 22 jul. 2025.

GONÇALVES, Ariana S. C.; LEITÃO, Miguel M.; SIMÕES, Manuel; et al. The action of phytochemicals in biofilm control. *Natural Product Reports*, v. 40, n. 3, p. 595–627, 2023. Disponível em: <<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2023/np/d2np00053a>>. Acesso em: 9 de julho. 2025.

GURNANI, Neelam; GUPTA, Madhu; MEHTA, Darshana; et al. Chemical composition, total phenolic and flavonoid contents, and in vitro antimicrobial and antioxidant activities of crude extracts from red chilli seeds (*Capsicum frutescens* L.). *Journal of Taibah University for Science*, v. 10, n. 4, p. 462–470, 2016. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1016/j.jtusci.2015.06.011>> . Acesso em: 23 jul. 2025.

HACK, Brian; PENNA, Eduardo Macedo; TALIK, Tyler; et al. Effect of Guarana (*Paullinia cupana*) on Cognitive Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, v. 15, n. 2, p. 434, 2023. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/15/2/434>> . Acesso em: 13 jul. 2025. Acesso em: 12 jul. 2025.

HARBORNE, J. B. *Phytochemical Methods*. Dordrecht: Springer Netherlands, 1980. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-94-009-5921-7>> . Acesso em: 13 ago. 2025.

KAMARUDIN, Ammar Akram; SAYUTI, Nor Hafiza; SAAD, Norazalina; et al. Eleutherine bulbosa (Mill.) Urb. Bulb: Review of the Pharmacological Activities and Its Prospects for Application. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 22, n. 13, p. 6747, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/22/13/6747>> . Acesso em: 9 de julho. 2025.

LIMA, Alan Kelbis Oliveira; SOUZA, Lucas Marcelino Dos Santos; REIS, Guilherme Fonseca; et al. Síntese de Nanopartículas de Prata Utilizando Extratos de Diferentes Partes da Planta Paullinia cupana Kunth: Caracterização e Atividade Antimicrobiana In Vitro. *Farmacêutica*, v. 17, n. 7, pág. 869, 2024. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1424-8247/17/7/869>> . Acesso em: 12 jul. 2025.

LUNA-PINEDA, Victor M.; RODRÍGUEZ-MARTÍNEZ, Griselda; SALAZAR-GARCÍA, Marcela; et al. Plant-Origin Components: New Players to Combat Antibiotic Resistance in *Klebsiella pneumoniae*. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 25, n. 4, p. 2134, 2024. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/25/4/2134>> . Acesso em: 7 de julho. 2025.

MARQUES, Leila Larisa Medeiros; PANIZZON, Gean Pier; AGUIAR, Bruna Aparecida Alves; et al. Guaraná (*Paullinia cupana*) seeds: Selective supercritical extraction of phenolic compounds. *Food Chemistry*, v. 212, p. 703–711, 2016. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814616309232>> . Acesso em: 12 jul. 2025.

MURRAY, Christopher J L; IKUTA, Kevin Shunji; SHARARA, Fablina; et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *The Lancet*, v. 399, n. 10325, p. 629–655, 2022. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673621027240>> . Acesso em: 4 julho. 2025.

NAGHAVI, Mohsen; VOLLSET, Stein Emil; IKUTA, Kevin S; et al. Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet*, v. 404, n. 10459, p. 1199–1226, 2024. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673624018671>> . Acesso em: 4 julho. 2025.

OLIVEIRA, Anna Eliza Maciel de Faria Mota. Obtenção de produtos nanoestruturados bioativos a partir dos frutos de sucupira-branca (*Pterodon emarginatus* Vogel). 2016. 241 f. Tese (Doutorado em Inovação Farmacêutica) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016. Disponível em: https://www2.unifap.br/ppgdif/files/2017/10/TESE_ANNA-ELIZA-M-F-MOTA-OLIVEIRA_12-08-2016.pdf. Acesso em: 9 julho. 2025.

OLIVEIRA, Patrícia Luciana De; PAULA, Caroline S.; ROCHA, Lisandra D.; et al. Antimicrobial susceptibility profile of enterotoxigenic and enteropathogenic *Escherichia coli* isolates obtained from fecal specimens of children with acute diarrhea. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, 2017. Disponível em: <<http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/1676-2444.20170019>> . Acesso em: 7 de julho. 2025.

Plants of the World Online | Kew Science. Plants of the World Online. Disponível em: <<https://powo.science.kew.org/>> . Acesso em: 13 julho. 2025.

Painel de Monitoramento das Arboviroses. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/aedes-aegypti/monitoramento-das-arboviroses/painel>> . Acesso em: 8 jul. 2025.

PRECZENHAK, Ana Paula; SARTORI, Juliana Aparecida De Souza; FORTES, Celina Maria Henrique; et al. Influence of the preparation method on the bioactive compounds of olive tree leaf tea. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 28, p. e2024128, 2025. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232025000100412&tlng=en> . Acesso em: 11 ago. 2025.

RAMOS, Danielle Seabra et al. Late-onset hearing loss was not observed among preschool-aged children with prenatal Zika virus exposure: An analysis of the Microcephaly Epidemic Research Group Pediatric Cohort (2015–2019). *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 19, n. 4, p. e0013033, 25 abr. 2025.

OLATUNJI, Tomi Lois; AFOLAYAN, Anthony Jide. Comparative Quantitative Study on Phytochemical Contents and Antioxidant Activities of *Capsicum annum* L. and *Capsicum frutescens* L. *The Scientific World Journal*, v. 2019, p. 1–13, 2019. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2019/4705140/>> . Acesso em: 27 jul. 2025.

OLIVEIRA, Simone Rocha de; VICENTINE, Karina Ferrazoli Devienne. CARACTERIZAÇÃO FITOQUÍMICA E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE PREPARAÇÕES FITOTERÁPICAS DE *Cordia salicifolia*. In: I CONQSFAR - I Congresso de Química Aplicada à Saúde e Farmácia - Fortaleza, 2020. Disponível em: <<https://doity.com.br/anais/conqsfar2020/trabalho/155983>> . Acesso em: 22/07/2025

OLIVEIRA, Inessa Steffany Torres De; FERNANDES, Tatiane; SANTOS, Aylpy Renan Dutra; et al. Phytochemical Composition and Effects of Aqueous Extracts from *Moringa oleifera* Leaves on In Vitro Ruminant Fermentation Parameters. *Ruminants*, v. 5, n. 1, p. 4, 2025. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2673-933X/5/1/4>> . Acesso em: 25 jul. 2025.

REIS, T. C.; PAIVA, L. F. de; SANTOS, V. H. M.; et al. Biological activity in hydroethanolic extracts from bark, stem, and leaves of the *Stryphnodendron adstringens* (Mart) Coville. *Braz. j. biol.*, p. e286845–e286845, 2024. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842024000101370> . Acesso em: 9 jul. 2025.

ROSA, Joice Lara Rosa Lara; BARROS, Renata Ferreira Barros Ferreira; SANTOS, Mônica de Oliveira Santos de Oliveira. CARACTERÍSTICAS DA *ESCHERICHIA COLI* ENTEROHEMORRÁGICA (EHEC). *SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO*, v. 2, n. 1, p. 66–78, 2016. Disponível em: <<https://revistas.unifan.edu.br/index.php/RevistaICS/article/view/191>> . Acesso em: 6 jul. 2025.

SANTOS, Alexandre P.; ZATTA, Daniel T.; MORAES, Weuller F.; et al. Composição química, atividade antimicrobiana do óleo essencial e ocorrência de esteróides nas folhas de *Pterodon emarginatus* Vogel, Fabaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 20, pág. 891–896, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbfar/a/snDd8ZkHZW3Cbz4GSZMmQjh/?lang=pt>> . Acesso em: 9 de julho. 2025.

SANTOS, B.; FARIAS, J. H. A.; SIMÕES, M. M.; et al. Evaluation of the antimicrobial activity of *Eucalyptus radiata* essential oil against *Escherichia coli* strains isolated from meat products. *Brazilian Journal of Biology*, v. 84, p. e281361, 2024. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842024000101104&tlng=en> .

SANTOS, Lucas Henrique Oliveira; SILVA, Rômulo Rodrigues de Souza. Análise do perfil epidemiológico das arboviroses (dengue, zika e chikungunya) de 2020-2022 no Brasil. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 9, p. e6912943229–e6912943229, 15 set. 2023.

SANTOS, M. A. V. M. Morfologia de larvas e pupas de mosquitos. Recife: Instituto Aggeu Magalhães – FIOCRUZ, 2008. 40 p. Disponível em:
<https://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2008santos-mavm.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2025.

SILVA-DE-JESUS, Ana Carolina; FERRARI, Rafaela Gomes; PANZENHAGEN, Pedro; et al. Staphylococcus aureus biofilm: the role in disseminating antimicrobial resistance over the meat chain. *Microbiology*, v. 168, n. 10, 2022. Disponível em:
<<https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/micro/10.1099/mic.0.001245>> .
Acesso em: 7 de julho. 2025.

SILVA, Regildo Márcio Gonçalves da; ALVES, Caio Pismel; BARBOSA, Fernando Cesar; et al. Antioxidant, antitumoral, antimetastatic effect and inhibition of collagenase enzyme activity of Eleutherine bulbosa (Dayak onion) extract: In vitro, in vivo and in silico approaches. 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/297017>. Acesso em: 9 jul. 2025.

Sistema Global de Vigilância de Resistência e Uso de Antimicrobianos (GLASS) Relatório 2022. 1a ed. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2022.

SOUZA, Carlos Dornels Freire de et al. Space-time dynamics of the dengue epidemic in Brazil, 2024: an insight for decision making. *BMC Infectious Diseases*, v. 24, n. 1, p. 1056, 27 set. 2024.

SOUZA, Pedro Filho Noronha; FILHO, Nicholas Silva Dos Santos; MORORÓ, João Lucas Timbó; et al. Pandemic Events Caused by Bacteria Throughout Human History and the Risks of Antimicrobial Resistance Today. *Microorganisms*, v. 13, n. 2, p. 457, 2025. Disponível em:
<<https://www.mdpi.com/2076-2607/13/2/457>> .

TONELLI, Mateus; GEROMEL, Mairto Roberis; FAZIO, Maria Luiza Silva. Ação antimicrobiana de óleos essenciais de sucupira branca (*Pterodon emarginatus*); folhas de pêssego (*Prunus persica*); bagas de junipero (*Juniperus communis*); rosa de damasco (*Rosa damascena*) e petitgrain mandarina (*Citrus deliciosa*). *Hig. aliment*, p. 69–73, 2018. Disponível em:
<<https://www.higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2019/04/2018-Maio-Junho-280-281.pdf>> . Acesso em: 9 jul. 2025.

VINAYAKA, K. S.; KEKUDA, P. T. R.; NANDINI, K. C. et al. Potente atividade inseticida de frutos e folhas de *Capsicum frutescens* (L.) var. longa (Solanaceae). *Der Pharmacia Lettre*, v. 2, n. 4, p. 172–176, 2010. Disponível em:
<https://www.scholarsresearchlibrary.com/abstract/potent-insecticidal-activity-of-fruits-and-leaves-of-capsicumfrutescens-l-var-longa-solanaceae-4743.html> . Acesso em: 23 jul. 2025.

WASFI, Reham; HAMED, Samira M.; AMER, Mai A.; et al. *Proteus mirabilis* Biofilm: Development and Therapeutic Strategies. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, v. 10, p. 414, 2020. Disponível em:
<<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fcimb.2020.00414/full>> . Acesso em: 7 jul. 2025.

WORLD BANK. Drug-Resistant Infections: A Threat to Our Economic Future: executive summary. Washington, D.C.: World Bank, 2017. Disponível em:
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/455311493396671601/pdf/executive-summary.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. Geneva: WHO, 2005. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/69101>. Acesso em: 10 jul. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Prioritization of pathogens to guide discovery, research and development of new antibiotics for drug-resistant bacterial infections, including tuberculosis. Geneva: WHO, 2017. (WHO/EMP/IAU/2017.12). Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-EMP-IAU-2017.12>. Acesso em: 4 jul. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ten threats to global health in 2019. Geneva: WHO, 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/spotlight/ten-threats-to-global-health-in-2019>. Acesso em: 5 jul. 2025.

XAVIER-SILVA, K. R. et al. Biological activities of *Stryphnodendron adstringens* bark decoction. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 46, n. 1, e68903, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v46i1.68903>. Acesso em: 9 jul. 2025.

ZARA, Ana Laura de Sene Amâncio; SANTOS, Sandra Maria dos; FERNANDES-OLIVEIRA, Ellen Synthia; et al. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 25, p. 391–404, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/dxD9DzpTvhQxZDYtnfbF8xz/> . Acesso em: 9 jul. 2025.

GUEDES, Beatriz N.; KRAMBECK, Karolline; DURAZZO, Alessandra; et al. Natural antibiotics against antimicrobial resistance: sources and bioinspired delivery systems. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 55, n. 3, p. 2753–2766, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s42770-024-01410-1> . Acesso em: 8 jul. 2025.

MIETHKE, Marcus; PIERONI, Marco; WEBER, Tilmann; et al. Towards the sustainable discovery and development of new antibiotics. *Nature Reviews. Chemistry*, v. 5, n. 10, p. 726–749, 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8374425/> . Acesso em: 8 jul. 2025.

SINGH, Harinder; PATEL, Mihir. A review on antimicrobial resistance: causes and treatment. *PharmaTutor*, [S.l.], v. 8, n. 4, p. 20–26, 2020. Disponível em: <http://www.pharmatutorjournal.com/index.php/pt/article/download/668/1188>. Acesso em: 8 jul. 2025.

ULLAH, Md. Asad; HOSSAIN, Soahana; SARKAR, Bishajit; NAFI-UR-RAHMAN, Mohammad; ISLAM, Md. Shariful. Phytochemicals and metabolites as antimicrobial agents from medicinal plants of Bangladesh: a review. *PharmaTutor*, v. 7, n. 6, p. 1–11, jun. 2019. Disponível em: <https://www.pharmatutor.org/articles/phytochemicals-and-metabolites-as-antimicrobial-agents-from-medicinal-plants-of-bangladesh-a-review>. Acesso em: 8 jul. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Registro fotográfico dos materiais vegetais

Figura A.1 – Fotografia da planta *Capsicum frutescens* (L.) (pimenta-malagueta)

Arquivo pessoal da autora, 2025

Descrição: Fotografia da planta fresca *Capsicum frutescens* (L.), exemplar inteiro e vivo, com frutos maduros. O material vegetal adquirido foi utilizado para análise morfológica e, posteriormente, para coleta dos frutos. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em abril de 2025.

Figura A.2 – Fotografia dos frutos de *C. frutescens* ressecados (pimenta-malagueta)

Fonte: (Arquivo pessoal da autora, 2025)

Descrição: Fotografia dos frutos de *C. frutescens* ressecados após 24 horas em estufa à temperatura de 100 °C. O material vegetal foi submetido à moagem e extração etanólica. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em abril de 2025.

Figura A.3 – Fotografia das folhas secas da planta *Cordia ecalyculata* Vell. (porangaba)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024

Descrição: Fotografia das folhas de *Cordia ecalyculata* Vell., adquiridas em forma industrializada, já secas e fragmentadas, após separação manual dos talos realizada pelas autoras. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em outubro de 2024.

Figura A.4 – Fotografia das folhas trituradas da planta *C. ecalyculata* (porangaba)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024

Descrição: Fotografia das folhas de *C. ecalyculata* submetidas à trituração grosseira em liquidificador, preparadas para extração com solventes aquoso e etanólico. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em outubro de 2024.

Figura A.5 – Fotografia do bulbo fresco da planta *Eleutherine bulbosa* (Mill.) (marupazinho)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025

Descrição: Fotografia do bulbo fresco da planta *Eleutherine bulbosa* (Mill.) Urb., isolado a partir de um exemplar inteiro vivo, processado em laboratório. O material vegetal foi utilizado para análise morfológica e, posteriormente, submetido à fragmentação e dessecação. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em março de 2025.

Figura A.6 – Fotografia do bulbo fresco da planta *Eleutherine bulbosa* (Mill.) (marupazinho)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025

Descrição: Fotografia do bulbo ressecado após 24 horas em estufa à temperatura de 100 °C. O material vegetal foi submetido à moagem manual e extração etanólica. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em março de 2025.

Figura A.7 – Fotografia das sementes da planta *Paullina cupana* Kunth (guaraná)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025

Descrição: Fotografia das sementes da planta *Paullina cupana* Kunth, em sua forma industrializada, conforme adquiridas de fornecedor. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em março de 2025.

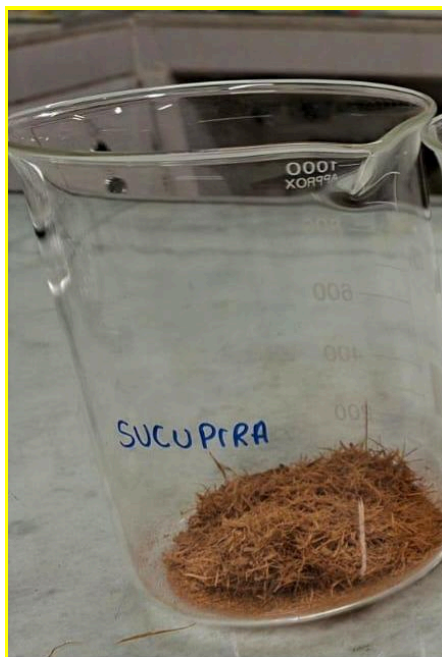
Figura A.8 – Fotografia das sementes trituradas da planta *P. cupana* (guaraná)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025

Descrição: Fotografia do material vegetal obtido após trituração em liquidificador das sementes de planta *P. cupana*. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em março de 2025.

Figura A.9 – Fotografia da casca da planta *Pterodon emarginatus* Vogel (sucupira)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024

Descrição: Fotografia do material vegetal obtido após trituração em liquidificador da casca da planta *P. emarginatus*. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em outubro de 2024.

Figura A.10 – Fotografia da casca da planta *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (barbatimão)



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024

Descrição: Fotografia da casca da planta *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, em sua forma industrializada, conforme adquiridas de fornecedor. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em outubro de 2024.

Figura A.11 – Fotografia da casca da planta *S. adstringens* (barbatimão)



Fonte: (Arquivo pessoal da autora, 2024)

Descrição: Fotografia da casca seca de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, apresentada em forma industrializada, adquirida em estabelecimento comercial varejista. Fotografia registrada no laboratório do CEUB, em outubro de 2024.

APÊNDICE B – Laudo da Diretoria de Vigilância Ambiental (DIVAL) de análise da espécie das larvas coletadas

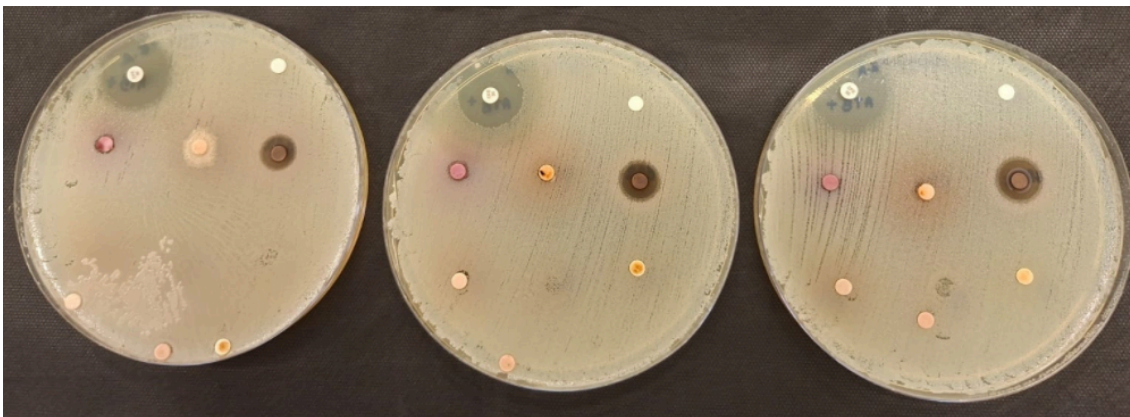
Figura B.1 – Fotografia do resultado do exame de análise da espécie das larvas coletadas

GDF - SES
DIRETORIA DE VIGILÂNCIA AMBIENTAL
ETIQUETA PARA REMESSA DE ESPÉCIMES
Nº Amostra Tipo Depósito Tipo Imóvel
216 B RS
Nome do Agente
GISELE FALCÃO AWO
Endereço
VARSÃO
Data da Coleta
22/09/25
Resultado do Exame
Staphylococcus aureus
Data
22/09/25
Mod 110.54 C.C.14794

Fonte: Arquivo pessoal da agente de vigilância ambiental, 2025.

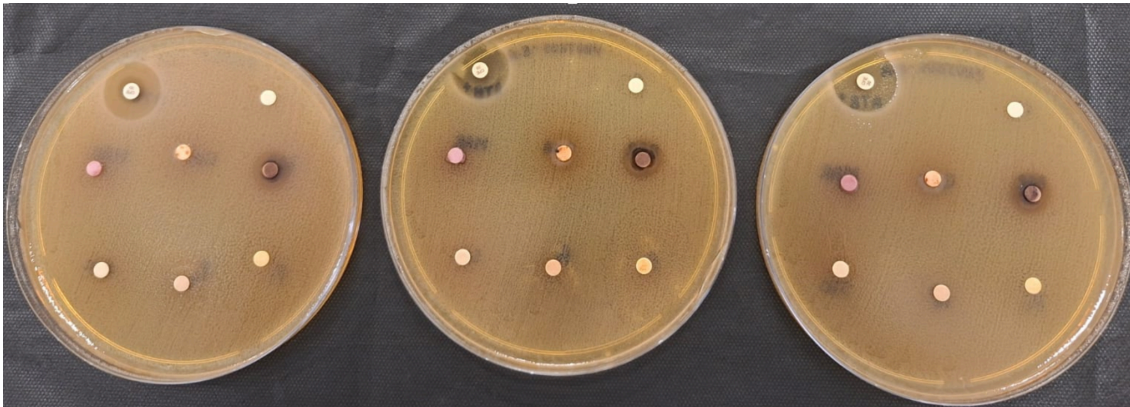
APÊNDICE C – Placas de Ágar Mueller Hinton com Extrato Aquoso

Figura C.1 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeada com a bactéria *Staphylococcus aureus*.



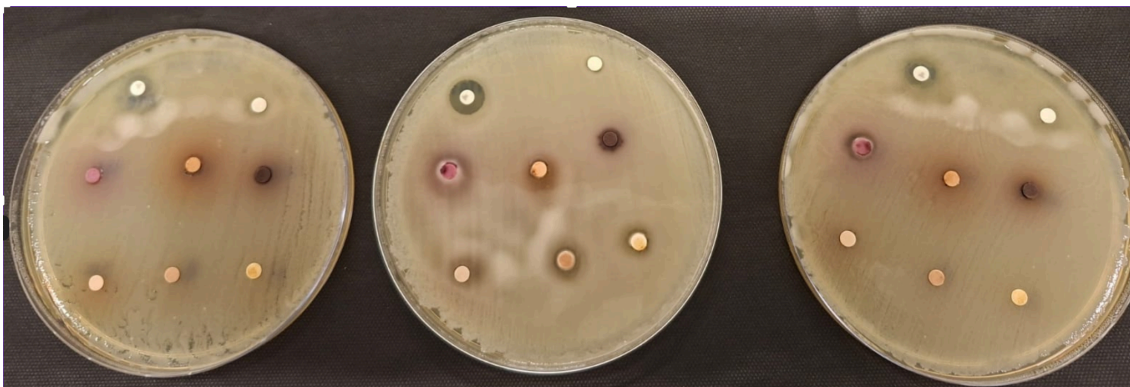
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024.

Figura C.2 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeada com a bactéria *Proteus mirabilis*.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024.

Figura C.3 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeada com a bactéria *Klebsiella pneumoniae*.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2024.

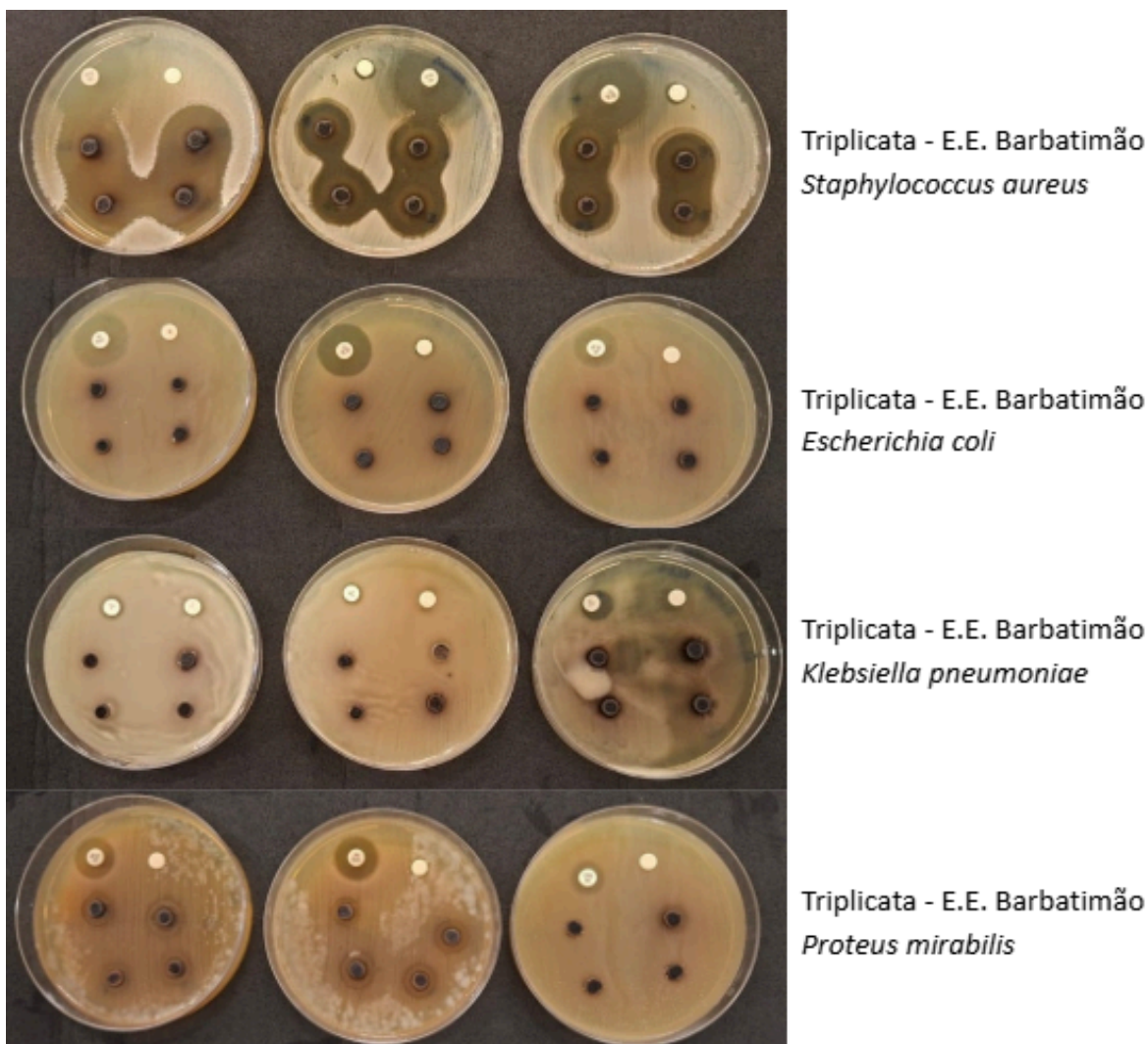
Figura C.4 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeada com a bactéria *Escherichia coli*.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

APÊNDICE D – Placas de Ágar Mueller Hinton com Extrato Etanólico

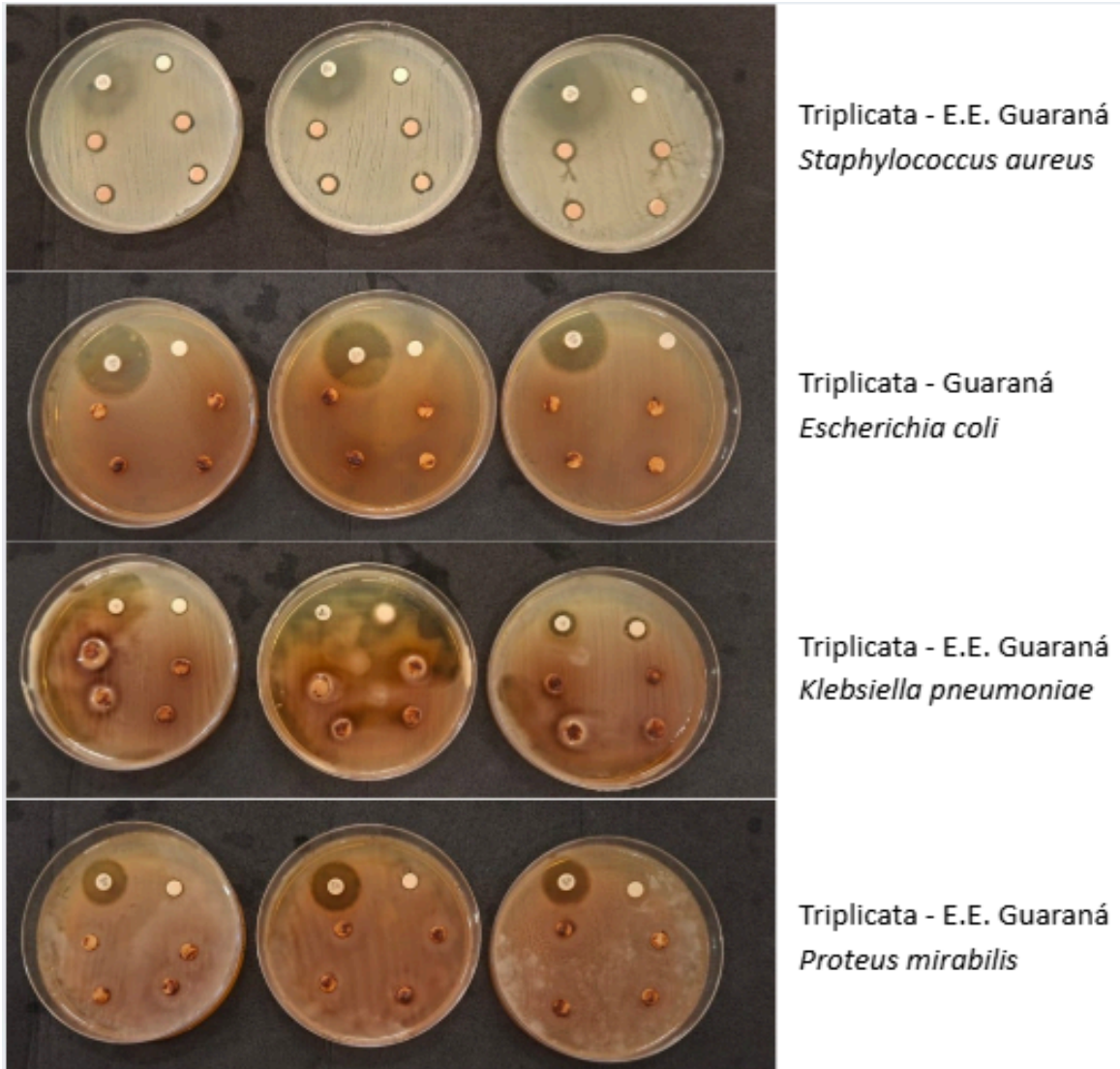
Figura D.1 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumoniae* e *Proteu mirabilis*, utilizando o E.B. de Barbatimão.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

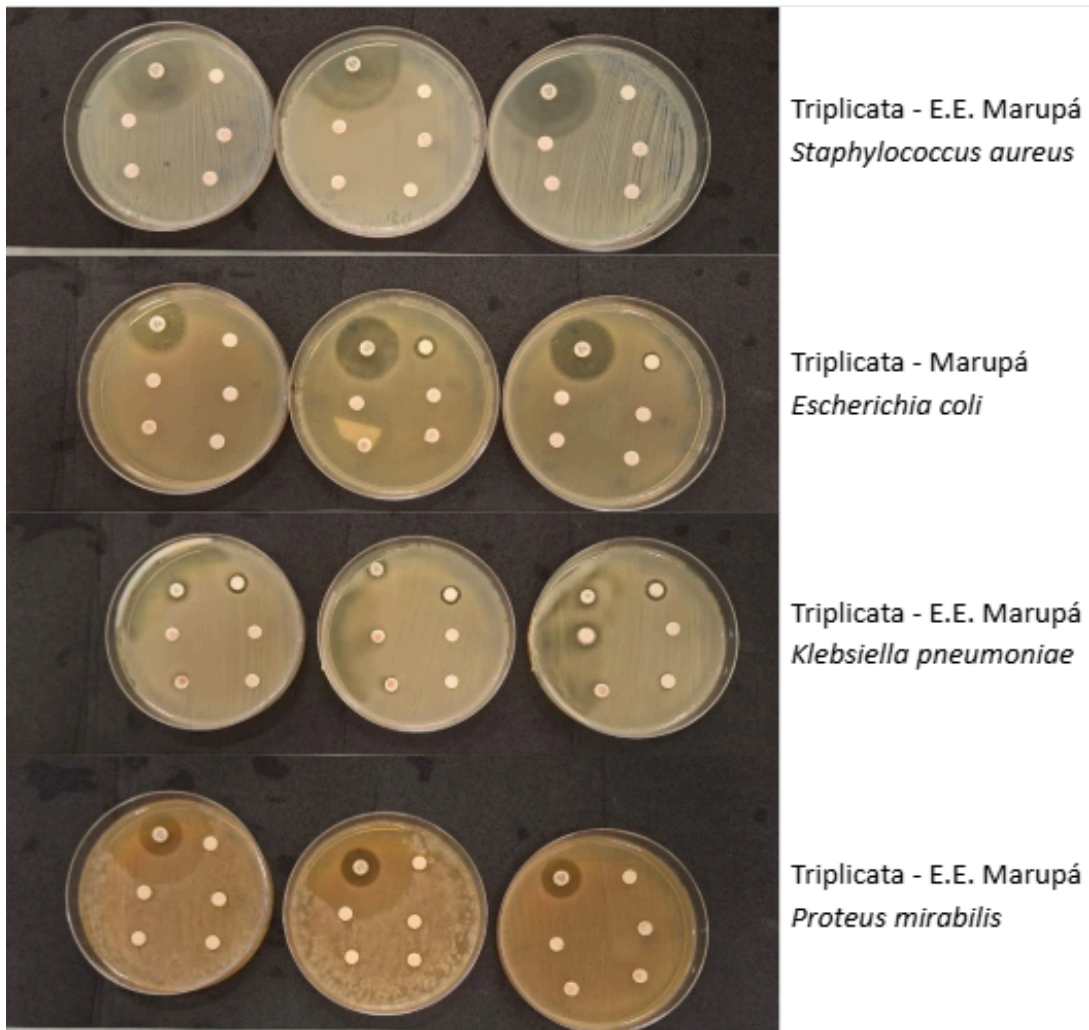
Figura D.2 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumoniae* e *Proteu mirabilis*, utilizando o

E.B de Guaraná



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

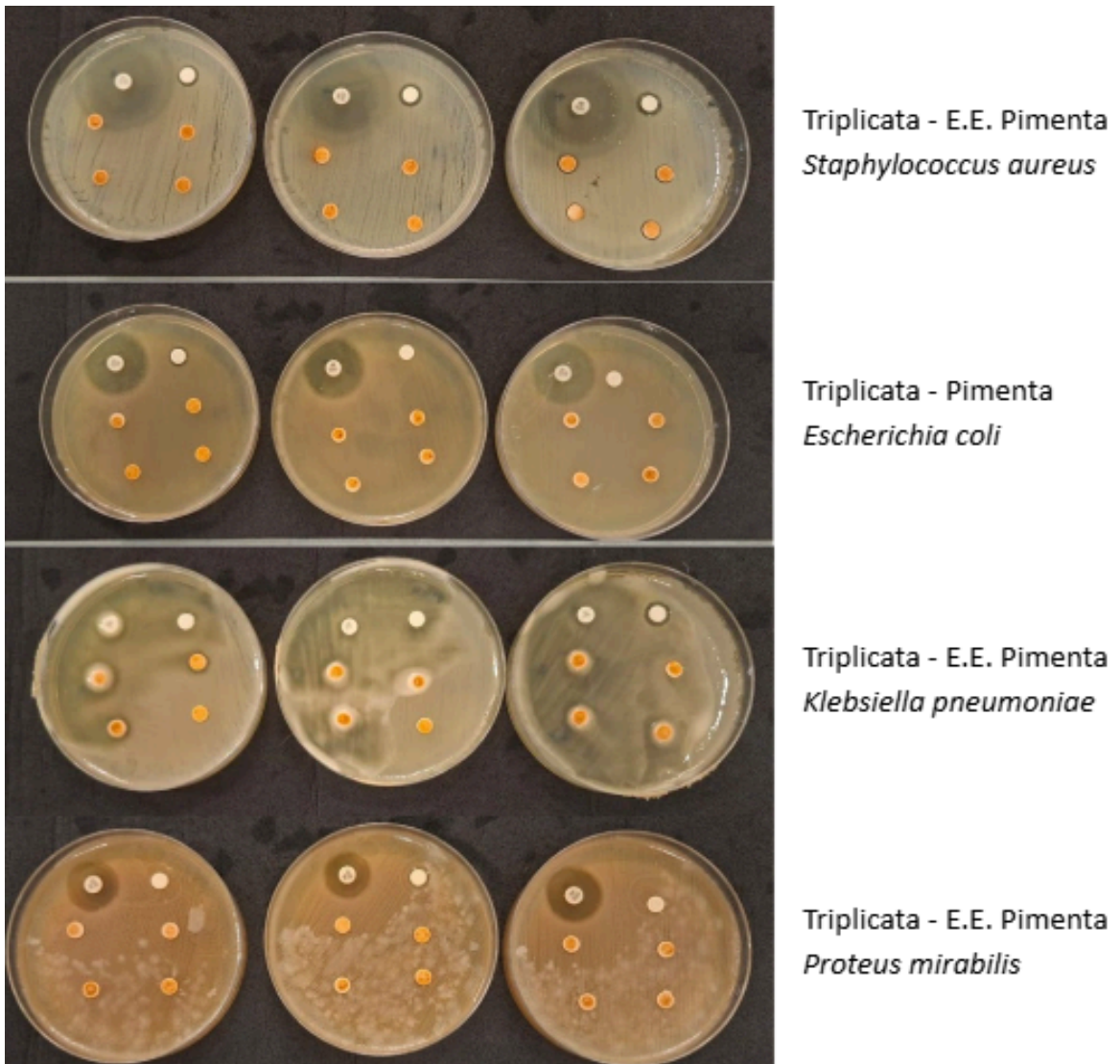
Figura D.3 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumoniae* e *Proteu mirabilis*, utilizando o E.B de Marupá.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

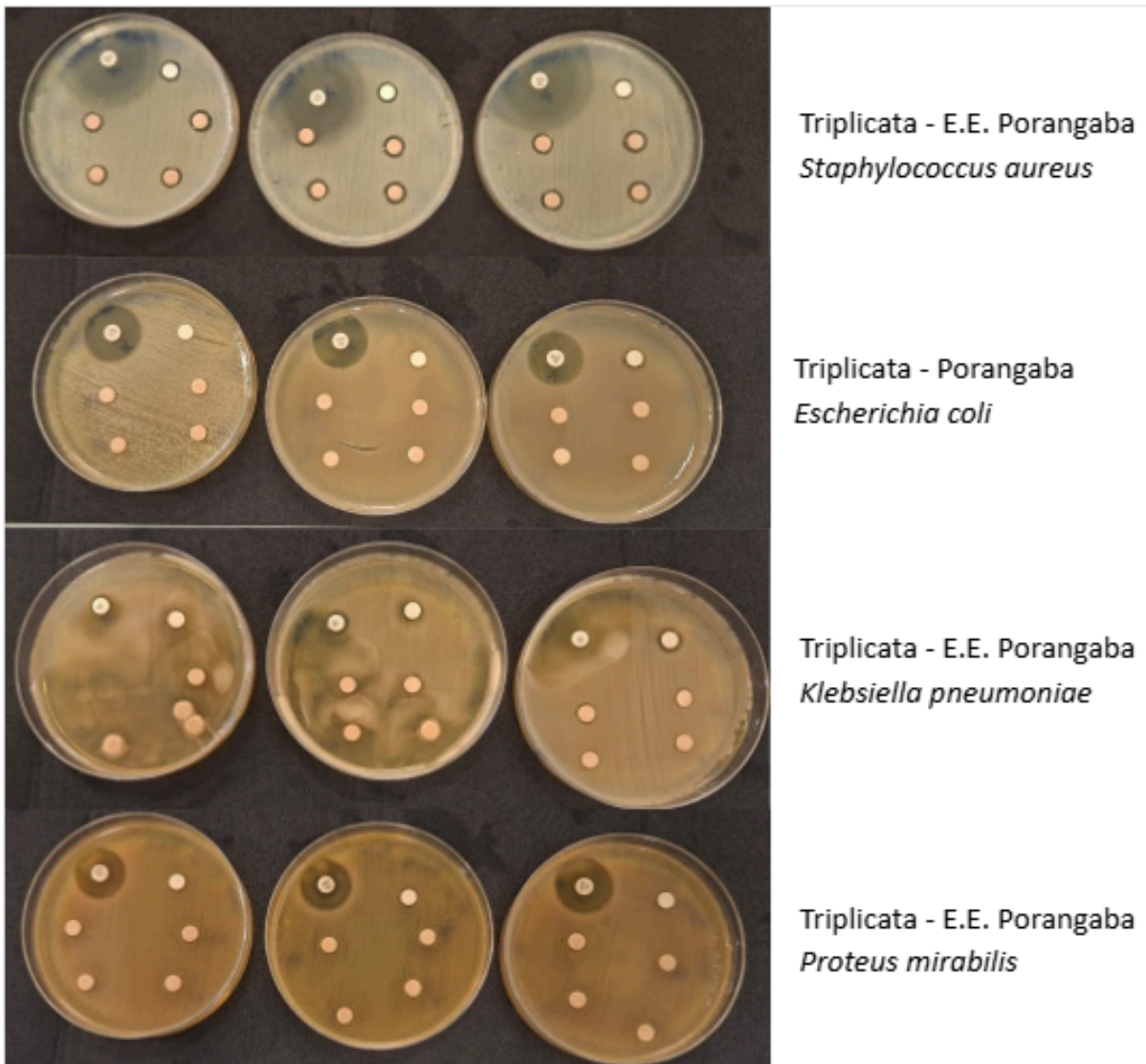
Figura D.4 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumoniae* e *Proteu mirabilis*, utilizando o

E.B de Pimenta



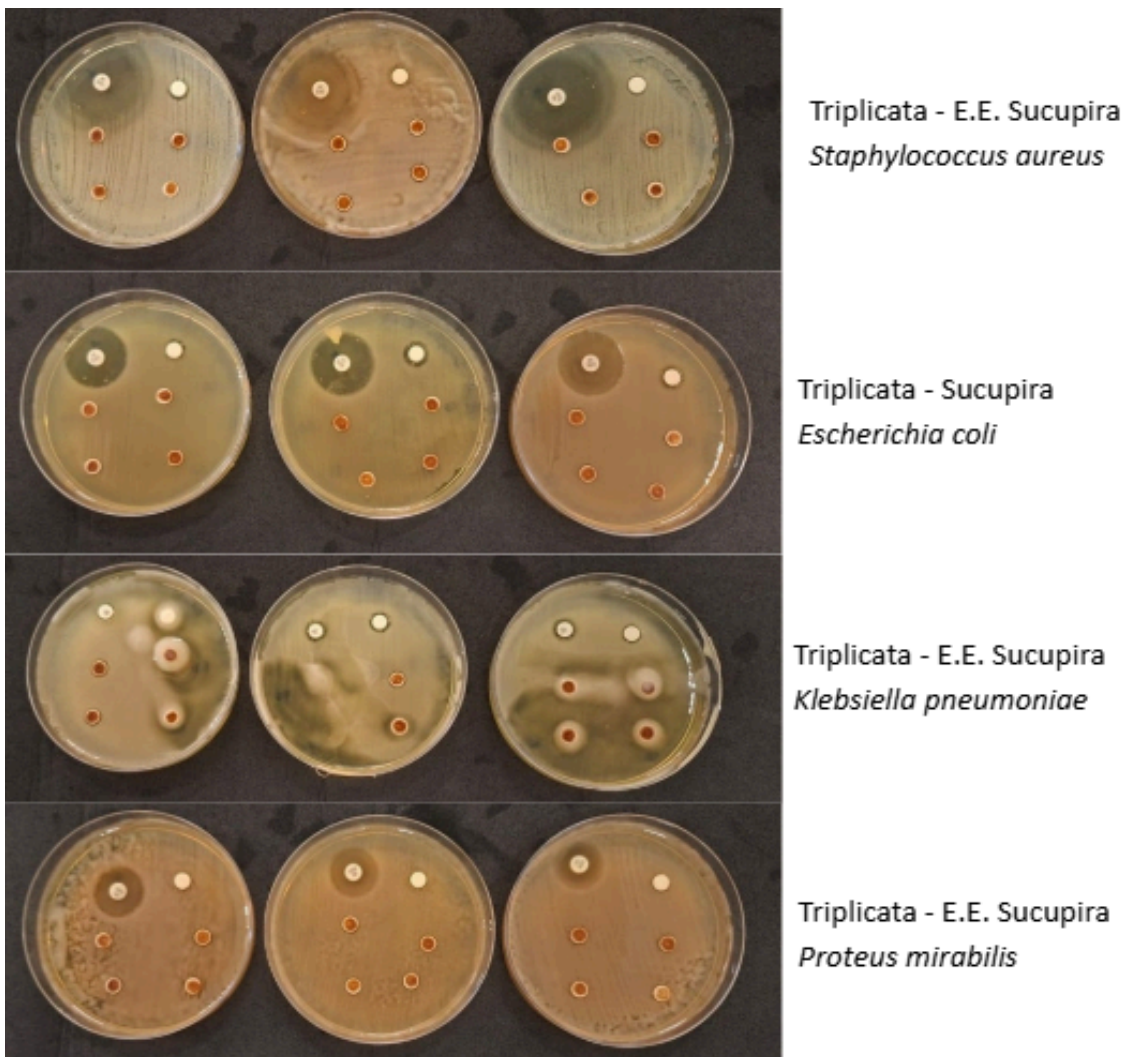
Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

Figura D.5 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Proteus mirabilis*, utilizando o E.B de Porangaba



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

Figura D.6 – Fotografia da Triplicata das Placas de Ágar Mueller Hinton semeadas com as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*., *Klebsiella pneumoniae* e *Proteu mirabilis*, utilizando o E.B de Sucupira.



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

APÊNDICE E – Ensaio larvicida

Figura E.1 – Fotografia dos tubos com larvas de aedes aegypti contendo E.A das plantas: Barbatimão, Guaraná e Marupá.

Ensaio Larvicida de Extrato Aquoso com aplicações de 400 µL, 800 µL e 1,6 mL



Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.

Figura E.2 – Fotografia dos tubos com larvas de aedes aegypti contendo E.A das plantas: Pimenta, Porangaba e Sucupira.

Ensaio Larvicida de Extrato Aquoso com aplicações de 400 μ L, 800 μ L e 1,6 mL



Pimenta



Sucupira



Porangaba

Fonte: Arquivo pessoal da autora, 2025.