FARESI
FACULDADE DA REGIÃO SISALEIRA

BACHARELADO EM BIOMEDICINA

MARIA ISABEL NERY DE OLIVEIRA

PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DAS FOLHAS DE *MANIHOT ESCULENTA*: POTENCIAL TERAPÊUTICO E APLICAÇÕES NA MEDICINA POPULAR

Conceição do Coité-BA
2026

MARIA ISABEL NERY DE OLIVEIRA

PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DAS FOLHAS DE *MANIHOT ESCULENTA*: POTENCIAL TERAPÊUTICO E APLICAÇÕES NA MEDICINA POPULAR

Artigo científico apresentado à Faculdade da Região Sisaleira como Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina
Orientadora: Profª, Drª Verena Fiscina de Melo

Conceição do Coité-BA
2026

Ficha Catalográfica elaborada por:
Keite Birne de Lira – Bibliotecária
CRB: 5/1953

O48 Oliveira, Maria Isabel Nery de
Propriedades antimicrobianas das folhas de *manihot esculenta:* potencial terapêutico e aplicações na medicina popular. / Maria Isabel Nery de – Conceição do Coité: FARESI, 2026.
20f.;

Orientadora: Profa. Dra. Verena Fiscina de Melo
Artigo cientifico (bacharel) em Biomedicina. – Faculdade da Região Sisaleira - FARESI. Conceição do Coité, 2026.

1. *Manihot esculenta*. 2. Antimicrobiana. 3. Medicina popular. I. Faculdade da Região Sisaleira – FARESI. II. Melo, Verena Fiscina de. III. Título.

CDD: 581.634

MARIA ISABEL NERY DE OLIVEIRA

PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DAS FOLHAS DE *MANIHOT ESCULENTA*: POTENCIAL TERAPÊUTICO E APLICAÇÕES NA MEDICINA POPULAR

Artigo científico apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biomedicina, pela Faculdade da Região Sisaleira.

Aprovado em 16 de junho de 2026.

Banca Examinadora:

Rafael Mota da Silva
Rafael Reis Bacelar Antón
Rísia Cean S. de L. Souza
Verena Fiscina de Melo



Rafael Reis Bacelar Antón
Presidente da banca examinadora
Coordenação de TCC – FARESI

Conceição do Coité – BA
2026

PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS DAS FOLHAS DE *MANIHOT ESCULENTA*: POTENCIAL TERAPÊUTICO E APLICAÇÕES NA MEDICINA POPULAR

Maria Isabel Nery de Oliveira[1]

Verena Fiscina de Melo[2]

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma planta de grande relevância econômica, nutricional e cultural, amplamente utilizada em regiões tropicais. Além das raízes, suas folhas apresentam compostos bioativos como flavonoides, taninos, alcaloides e compostos fenólicos, associados a propriedades antimicrobianas e terapêuticas. Diante do avanço da resistência antimicrobiana, considerada um grave problema de saúde pública mundial, cresce o interesse científico por alternativas terapêuticas de origem natural. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo investigar as propriedades antimicrobianas das folhas de *Manihot esculenta,* analisando sua composição química, eficácia contra microrganismos patogênicos e possíveis aplicações terapêuticas. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, realizada por meio de artigos científicos, dissertações e documentos acadêmicos disponíveis em bases de dados como SciELO, PubMed, Google Acadêmico e Periódicos CAPES. Os resultados demonstraram que os metabólitos secundários presentes nas folhas da mandioca possuem atividade antimicrobiana significativa contra bactérias e fungos de relevância clínica, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae* e espécies do gênero *Candida*. Também foram identificados potenciais efeitos antioxidantes e aplicações biotecnológicas na produção de fitoterápicos. Contudo, observou-se a necessidade de padronização metodológica e avaliação toxicológica devido à presença de compostos cianogênicos. Conclui-se que as folhas da mandioca apresentam potencial promissor para o desenvolvimento de novos agentes terapêuticos naturais.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*; Antimicrobiana; Medicina popular.

ABSTRACT

[1] Discente do curso de Bacharelado em Biomedicina. E-mail: mariaisabel.oliveira@faresi.edu.br.

[2] Orientadora. Docente do curso de Biomedicina. Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: docente.verena.melo@faresi.edu.br.

Cassava (*Manihot esculenta*) is a plant of great economic, nutritional, and cultural importance, widely used in tropical regions. In addition to its roots, its leaves contain bioactive compounds such as flavonoids, tannins, alkaloids, and phenolic compounds, which are associated with antimicrobial and therapeutic properties. Given the growing advancement of antimicrobial resistance, considered a major global public health problem, scientific interest in natural therapeutic alternatives has increased. In this context, the present study aimed to investigate the antimicrobial properties of Manihot esculenta leaves by analyzing their chemical composition, effectiveness against pathogenic microorganisms, and possible therapeutic applications. The research is characterized as na integrative literature review with a qualitative, exploratory, and descriptive approach, conducted through scientific articles, dissertations, and academic documents available in databases such as SciELO, PubMed, Google Scholar, and CAPES Journals. The results demonstrated that the secondary metabolites present in cassava leaves exhibit significant antimicrobial activity against clinically relevant bacteria and fungi, including *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Candida* species. Potential antioxidant effects and biotechnological applications in the production of herbal medicines were also identified. However, the need for methodological standardization and toxicological evaluation was observed due to the presence of cyanogenic compounds. It is concluded that cassava leaves present promising potential for the development of new natural therapeutic agents.

Keywords: Manihot esculenta; Antimicrobial; folk medicine.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma planta de grande importância econômica e cultural em regiões tropicais, especialmente no Brasil, sendo amplamente cultivada para o consumo de suas raízes. No entanto, suas folhas também apresentam elevado valor nutricional e são ricas em compostos bioativos, como flavonoides, taninos e alcaloides, os quais têm despertado crescente interesse científico devido as suas potenciais propriedades terapêuticas.

A resistência antimicrobiana (RAM) configura-se atualmente como uma das maiores ameaças à saúde pública global. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, infecções causadas por microrganismos resistentes foram responsáveis por aproximadamente 1,27 milhão de mortes diretas no mundo em 2019, com projeções alarmantes que indicam a possibilidade de atingir até 10 milhões de mortes anuais até 2050 caso medidas eficazes não sejam implementadas (WHO, 2023; O'NEILL, 2016). No Brasil, dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária evidenciam o aumento significativo de bactérias multirresistentes em ambientes hospitalares, destacando-se patógenos como *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae* (ANVISA, 2022).

Diante desse cenário, observa-se uma crescente busca por alternativas terapêuticas, especialmente aquelas de origem natural. Segundo a Organização Mundial da Saúde, cerca de 80% da população mundial utiliza plantas medicinais como parte dos cuidados primários de saúde, principalmente em países em desenvolvimento (WHO, 2019). Nesse contexto, os metabólitos secundários presentes em plantas têm sido amplamente investigados por sua atividade antimicrobiana, demonstrando potencial no combate a microrganismos resistentes (COWAN, 1999; SILVA et al., 2021).

A medicina popular brasileira atribui às folhas da mandioca propriedades terapêuticas, especialmente no tratamento de infecções cutâneas, inflamações e micoses. Estudos científicos recentes vêm corroborando essas práticas tradicionais. Pesquisas indicam que extratos das folhas de *Manihot esculenta* apresentam atividade antimicrobiana contra bactérias como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* (Adeyemi et al., 2020). Além disso, compostos fenólicos presentes nas folhas foram associados à atividade antioxidante e antimicrobiana (Oboh e Akindahunsi, 2005). Estudos mais recentes também demonstraram ação

antifúngica contra espécies do gênero *Candida*, reforçando o potencial terapêutico dessa planta (Silva et al., 2022).

Apesar dos avanços, a folha da mandioca ainda é pouco explorada cientificamente quando comparada a outras plantas medicinais. Dessa forma, torna-se relevante aprofundar os estudos sobre sua composição química e suas propriedades antimicrobianas, visando à identificação de novos compostos bioativos com potencial aplicação terapêutica. Além disso, o aproveitamento dessa parte da planta pode representar uma alternativa sustentável e de baixo custo, com impacto positivo na saúde pública, especialmente em comunidades com acesso limitado a medicamentos convencionais.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo investigar as propriedades antimicrobianas da folha da mandioca (Manihot esculenta), analisando sua composição química, eficácia contra microrganismos patogênicos e possíveis aplicações terapêuticas.

2. **JUSTIFICATIVA**

A resistência antimicrobiana tem se consolidado como um dos principais desafios da saúde pública mundial, reduzindo a eficácia de terapias convencionais e contribuindo para o aumento da morbidade e mortalidade associadas a infecções. Estudos epidemiológicos demonstram que infecções causadas por microrganismos resistentes estão associadas a milhões de mortes anuais, evidenciando a necessidade urgente de novas abordagens terapêuticas. Além disso, o uso indiscriminado de antibióticos tem acelerado o surgimento de cepas multirresistentes, agravando ainda mais esse cenário.

Diante dessa problemática, a busca por novos agentes antimicrobianos tem direcionado a atenção da comunidade científica para compostos de origem natural, especialmente aqueles provenientes de plantas medicinais. Metabólitos secundários como flavonoides, taninos e alcaloides têm demonstrado atividade antimicrobiana significativa, atuando por diferentes mecanismos, incluindo a inibição do crescimento microbiano e a interferência em processos metabólicos essenciais. Nesse contexto, produtos naturais representam uma importante fonte para o desenvolvimento de novos fármacos, com potencial menor de indução à resistência.

A mandioca (*Manihot esculenta*), amplamente cultivada em países tropicais, destaca-se não apenas por sua importância nutricional, mas também pelo potencial terapêutico de suas folhas. Estudos têm demonstrado que extratos de folhas de mandioca apresentam atividade antimicrobiana contra bactérias patogênicas como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, além de ação antifúngica contra espécies do gênero *Candida*. Esses efeitos estão associados à presença de compostos fenólicos e outros metabólitos bioativos presentes na planta.

Apesar dessas evidências, a folha da mandioca ainda é pouco explorada no meio científico quando comparada a outras plantas medicinais, havendo lacunas quanto à padronização de métodos de extração, identificação dos compostos ativos e comprovação de sua eficácia em diferentes microrganismos. Dessa forma, justifica-se a realização deste estudo pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as propriedades antimicrobianas da *Manihot esculenta*, contribuindo para a validação científica de seu uso tradicional e para o desenvolvimento de alternativas terapêuticas acessíveis, sustentáveis e eficazes.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Caracterização da Planta e Importância Cultural

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma das plantas mais antigas cultivadas na América do Sul, com evidências de domesticação há mais de 9 mil anos. No Brasil, foi amplamente utilizada pelos povos indígenas antes da colonização, tornando-se base alimentar e cultural. Durante o período colonial, sua difusão alcançou África e Ásia, consolidando-se como cultura de relevância mundial (NASSAR, 2007).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é um alimento amplamente consumido, destacando-se pelo seu alto valor energético e pela sua importância socioeconômica, sobretudo em regiões tropicais. Além de contribuir para a segurança alimentar, também desempenha papel relevante na geração de renda, principalmente na agricultura familiar. Sua cadeia produtiva permite o aproveitamento integral da matéria-prima, possibilitando diversas aplicações alimentícias e industriais. Além disso, os produtos derivados da mandioca, como farinha, fécula e tapioca, possuem grande importância cultural, econômica e alimentar, sendo amplamente consumidos no Brasil e contribuindo para a segurança alimentar de diversas populações (FRONZA; NUNES; SANTOS, 2023).

O processamento da mandioca também possibilita a obtenção de subprodutos, como o tucupi e a manipueira, que apresentam aplicações na alimentação e potencial de aproveitamento sustentável, reduzindo desperdícios e ampliando o uso dessa matéria-prima (FRONZA; NUNES; SANTOS, 2023).

Outro aspecto relevante refere-se à fécula de mandioca, que vem sendo estudada como alternativa promissora na produção de materiais biodegradáveis, especialmente na substituição de embalagens plásticas convencionais, contribuindo para práticas mais sustentáveis (FRONZA; NUNES; SANTOS, 2023).

A mandioca é considerada estratégica para a segurança alimentar, especialmente em regiões tropicais. Segundo a FAO, é uma das principais fontes de carboidratos para milhões de pessoas, destacando-se pela resistência às mudanças climáticas e pela versatilidade de uso (FAO, 2013). No Brasil, além de ser consumida como raiz cozida ou frita, é transformada em farinha, tapioca e outros derivados, movimentando cadeias produtivas ligadas à agricultura familiar (SOUZA e FIALHO, 2003).

3.2. Composição Química das Folhas da Mandioca

As folhas da mandioca, embora menos conhecidas que a raiz, apresentam elevado teor de proteínas, fibras, vitaminas e minerais. Estudos apontam propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e imunomoduladoras (COSTA et al., 2021). Na medicina popular, são utilizadas em infusões e preparos para tratar infecções e fortalecer o organismo, prática comum em comunidades rurais brasileiras também encontradas em países africanos (GUARNIER, 2008).

Estudos recentes demonstram que compostos bioativos presentes em plantas medicinais, como flavonoides, taninos e alcaloides, apresentam significativa atividade antimicrobiana, atuando na inibição do crescimento de bactérias e fungos (PANCHE et al., 2019; KUMAR; PANDEY, 2020).

No contexto da mandioca (*Manihot esculenta*), pesquisas indicam que suas folhas possuem potencial terapêutico relevante, com ação antioxidante e antimicrobiana (LATIF; MÜLLER, 2020; OLONISAKIN et al., 2022).

A mandioca apresenta elevado valor nutricional, sendo suas raízes ricas em carboidratos e amplamente reconhecidas como importante fonte de energia para a alimentação humana. Em contrapartida, suas folhas possuem composição

diferenciada, destacando-se pela presença de proteínas, vitaminas e minerais, o que amplia sua relevância nutricional (FRONZA; NUNES; SANTOS, 2023).

Adicionalmente, as folhas de mandioca possuem compostos bioativos, como flavonoides, que apresentam propriedades antioxidantes e podem trazer benefícios à saúde, evidenciando o potencial funcional dessa parte do vegetal (FRONZA; NUNES; SANTOS, 2023).

3.3. Fundamentação Científica sobre atividade antimicrobiana

A busca por novos agentes antimicrobianos de origem vegetal tem aumentado significativamente devido ao crescimento da resistência bacteriana aos antibióticos convencionais. Nesse contexto, as plantas medicinais vêm sendo amplamente estudadas por apresentarem compostos bioativos, como flavonoides, taninos, alcaloides, saponinas e fenólicos, capazes de inibir o crescimento de diversos microrganismos patogênicos. Estudos demonstram que extratos vegetais apresentam atividade contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, além de fungos e leveduras, sendo considerados alternativas promissoras para o desenvolvimento de novos fitoterápicos (SIMÕES et al., 2017).

Diversas plantas medicinais de uso popular já tiveram sua atividade antimicrobiana comprovada cientificamente. Espécies como alecrim (*Rosmarinus officinalis*), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), erva-cidreira (*Lippia alba*), alfavaca (*Ocimum gratissimum*) e capim-limão (*Cymbopogon citratus*) apresentaram ação inibitória frente a microrganismos como *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*. Esses efeitos estão relacionados principalmente à presença de óleos essenciais e compostos fenólicos capazes de alterar a permeabilidade da membrana celular bacteriana (DUARTE, 2006).

Entre os vegetais estudados, a mandioca também tem despertado interesse científico. Embora seja amplamente conhecida pelo valor nutricional de suas raízes, suas folhas apresentam compostos bioativos associados a propriedades antioxidantes e antimicrobianas. Pesquisas realizadas com extratos das folhas de *Manihot esculenta* demonstraram atividade antibacteriana contra *Escherichia coli*, especialmente em extratos etanólicos em diferentes concentrações, sugerindo potencial terapêutico e aplicação farmacológica futura (SILVA et al., 2021).

As evidências científicas indicam que a atividade antimicrobiana das folhas da mandioca pode estar relacionada à presença de flavonoides, taninos e compostos

fenólicos, substâncias conhecidas por interferirem na multiplicação microbiana e na integridade celular dos patógenos. Além disso, estudos sobre plantas medicinais brasileiras reforçam que espécies vegetais do Cerrado e de regiões tropicais possuem metabólitos secundários com relevante potencial antimicrobiano, incentivando novas pesquisas envolvendo a mandioca e outras espécies de uso popular (COSTA et al., 2019).

Dessa forma, a comparação entre a mandioca e outras plantas medicinais evidencia que as folhas de *Manihot esculenta* possuem potencial semelhante ao observado em espécies tradicionalmente utilizadas na fitoterapia. Contudo, ainda são necessários estudos adicionais para padronizar métodos de extração, determinar concentrações inibitórias mínimas e identificar os compostos responsáveis pela atividade antimicrobiana observada (SIMÕES et al., 2017).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

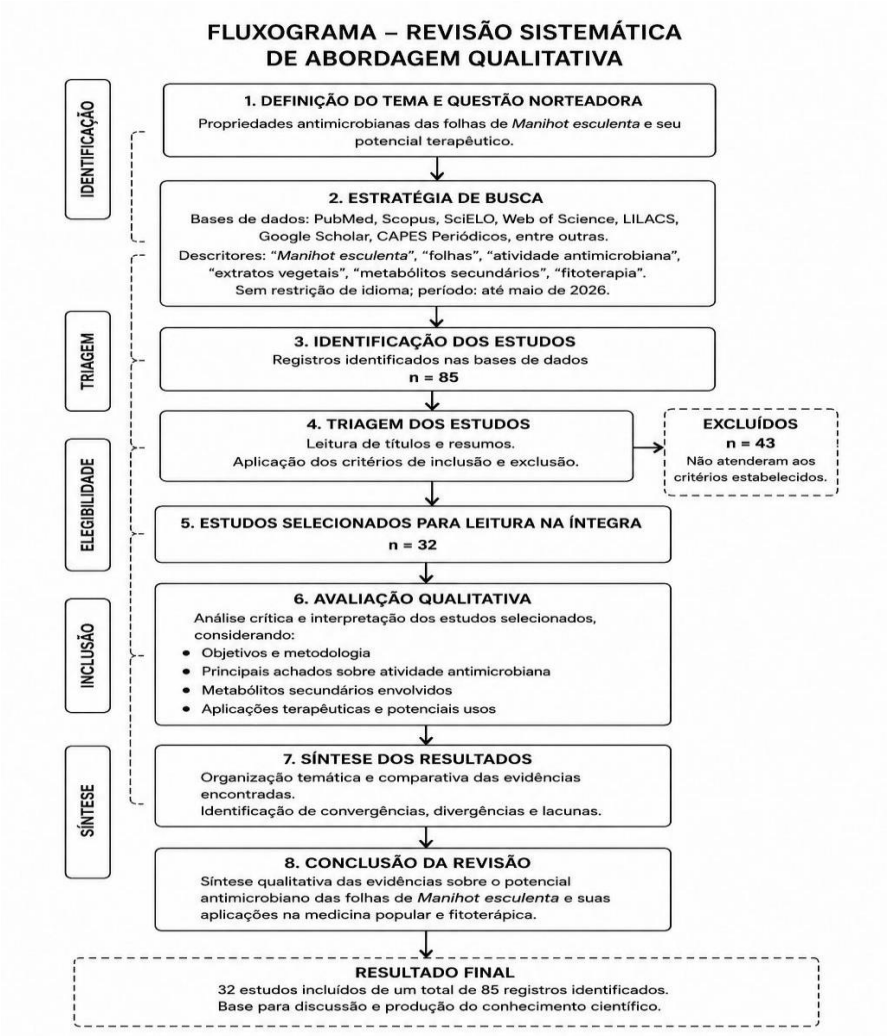
A presente pesquisa caracteriza-se como uma de uma revisão sistemática de abordagem qualitativa, pois busca analisar e interpretar informações científicas relacionadas às propriedades antimicrobianas das folhas de *Manihot esculenta*, enfatizando seu potencial terapêutico e aplicações na medicina popular. Quanto aos fins, trata-se de uma pesquisa exploratória e descritiva, uma vez que visa ampliar o conhecimento acerca dos metabólitos secundários presentes nas folhas da planta, além de descrever seus efeitos biológicos e aplicações farmacológicas. Quanto aos meios, enquadra-se como pesquisa bibliográfica, baseada na análise de artigos científicos, dissertações, teses e documentos acadêmicos publicados em bases de dados científicas.

A revisão foi classificada como Revisão Integrativa da Literatura, pois possibilita reunir, sintetizar e discutir resultados de diferentes estudos científicos sobre o tema proposto. Para a coleta de dados, foram utilizadas plataformas eletrônicas como scielo, Google acadêmico, Pubmed, periódicos.capes entre outros. Os descritores empregados durante a pesquisa foram: “*Manihot esculenta*”, “atividade antimicrobiana”, “folhas de mandioca”, “metabólitos secundários”, “resistência bacteriana”, “fitoterápicos”, “atividade antifúngica” e “medicina popular”.

Foram adotados como critérios de inclusão artigos publicados entre os anos de 2015 e 2026, disponíveis em português, inglês e espanhol, que abordassem a atividade antimicrobiana, composição fitoquímica, toxicidade e potencial terapêutico

das folhas de mandioca. Como critérios de exclusão, foram desconsiderados estudos duplicados, trabalhos incompletos, resumos sem acesso ao texto integral e pesquisas que não apresentassem relação direta com o tema. Inicialmente foram encontrados aproximadamente 85 estudos científicos, dos quais 32 artigos atenderam aos critérios estabelecidos e foram selecionados para compor a revisão.

Os resultados obtidos foram organizados de forma descritiva e temática, permitindo a discussão dos mecanismos de ação antimicrobiana, métodos laboratoriais empregados na avaliação dos extratos vegetais, aplicações



terapêuticas e perspectivas biotecnológicas relacionadas às folhas de *Manihot esculenta*.

Figura 1 – Fluxograma da revisão sistemática de abordagem qualitativa

Fonte: Elaborado no Canva (2026).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Mecanismos de Ação Molecular dos Metabólitos Secundários

As folhas de *Manihot esculenta* apresentam diversos metabólitos secundários biologicamente ativos, como flavonoides, taninos, alcaloides, saponinas e compostos fenólicos, responsáveis por importantes efeitos antimicrobianos (CORRÊA e SANTOS, 2020). Estudos demonstram que esses compostos atuam diretamente sobre microrganismos patogênicos, interferindo em processos bioquímicos essenciais para sua sobrevivência.

Os flavonoides possuem capacidade de alterar a permeabilidade da membrana celular bacteriana, promovendo perda de componentes intracelulares e morte celular (SILVA e OLIVEIRA, 2019). Já os taninos exercem atividade antimicrobiana por meio da precipitação de proteínas microbianas e inibição enzimática (OLIVEIRA e LIMA, 2022). Os alcaloides, por sua vez, podem interferir na síntese de ácidos nucleicos e na replicação celular dos microrganismos.

Além disso, os compostos presentes nas folhas demonstram potencial para provocar danos à parede celular de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, dificultando sua multiplicação (CORRÊA e SANTOS, 2020). Em fungos do gênero Cândida, os metabólitos podem alterar a integridade da membrana plasmática e comprometer a produção de ergosterol, essencial para a sobrevivência fúngica (ALMEIDA et al., 2021).

5.2. Bioensaios e Padronização Laboratorial

A análise da atividade antimicrobiana dos extratos vegetais depende da padronização metodológica dos bioensaios laboratoriais. Entre os principais métodos utilizados destacam-se os testes de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM), fundamentais para determinar a menor concentração necessária para inibir ou eliminar o crescimento microbiano (SOUZA e FERREIRA, 2021).

A CIM é amplamente empregada em pesquisas biomédicas por permitir quantificar a eficácia antimicrobiana dos extratos naturais frente a diferentes microrganismos patogênicos. Estudos revisados demonstram resultados

promissores para extratos vegetais. Por exemplo, o estudo de Silva et al. (2020) demonstrou que o extrato etanólico das folhas de *Manihot esculenta* apresentou CIM de 125 µg/mL contra Staphylococcus *aureus*, indicando elevada atividade antimicrobiana. Já Oliveira e Lima (2022) observaram CIM de 250 µg/mL para o extrato hidroalcoólico frente a *Escherichia coli*.

Além disso, Santos et al. (2021) verificaram que o extrato metanólico apresentou ação bactericida contra *Pseudomonas aeruginosa*, com valores de CBM de 500 µg/mL, sugerindo potencial aplicação terapêutica dos compostos bioativos presentes nas folhas da mandioca. Esses resultados reforçam a relevância dos flavonoides, taninos e compostos fenólicos na atividade antimicrobiana observada.

Outro aspecto relevante envolve os métodos de extração dos compostos bioativos. Extratos alcoólicos geralmente apresentam maior eficiência na extração de flavonoides e compostos fenólicos quando comparados aos extratos aquosos (OLIVEIRA e LIMA, 2022). Entretanto, fatores como temperatura, pH, tipo de solvente e tempo de extração influenciam diretamente na estabilidade e concentração dos princípios ativos.

A ausência de protocolos laboratoriais padronizados ainda representa uma limitação significativa para a comparação entre estudos científicos, dificultando a validação clínica dos extratos vegetais (SOUZA e FERREIRA, 2021). Dessa forma, torna-se necessária a realização de pesquisas com metodologias mais uniformes, permitindo maior confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados obtidos.

5.3. Foco em Patógenos de Relevância Clínica

A resistência antimicrobiana constitui um dos maiores desafios da saúde pública mundial, sendo considerada uma ameaça global pela World Health Organization (WHO, 2023). Nesse contexto, diversos estudos têm investigado a ação dos extratos das folhas de *Manihot esculenta* contra bactérias multirresistentes.

Entre os principais microrganismos avaliados destacam-se *Staphylococcus aureus* e *Klebsiella pneumoniae*, frequentemente relacionados a infecções hospitalares graves (SOUZA e FERREIRA, 2021). Pesquisas demonstram que os extratos vegetais apresentam atividade inibitória significativa contra essas bactérias, sugerindo potencial aplicação terapêutica no combate à Resistência Antimicrobiana (RAM).

Além da atividade antibacteriana, estudos também evidenciam ação antifúngica contra espécies do gênero *Candida*, especialmente *Candida albicans* (ALMEIDA et al., 2021). Tal atividade reforça a possibilidade de utilização das folhas da mandioca no desenvolvimento de produtos fitoterápicos voltados ao tratamento de micoses e infecções oportunistas.

5.4. Toxicidade, Citotoxicidade e Segurança Biológica

Embora os extratos naturais apresentem potencial terapêutico, sua utilização exige rigorosa avaliação toxicológica. Estudos apontam a necessidade de realização de ensaios de citotoxicidade em linhagens celulares humanas para verificar possíveis efeitos adversos sobre células sadias (BRASIL, 2022).

As folhas de *Manihot esculenta* contêm glicosídeos cianogênicos, substâncias capazes de liberar ácido cianídrico, composto tóxico ao organismo humano (OLIVEIRA; LIMA, 2022). Dessa forma, processos adequados de secagem, cozimento e extração são indispensáveis para reduzir os níveis de toxicidade e garantir segurança biológica.

A padronização desses processos é fundamental para possibilitar o uso seguro da planta na produção de medicamentos fitoterápicos, cosméticos e produtos terapêuticos (BRASIL, 2022).

5.5. Sinergismo: Planta Medicinal x Antibióticos Convencionais

Pesquisas recentes sugerem que os extratos vegetais podem atuar de forma sinérgica com antibióticos convencionais. Esse efeito combinado pode potencializar a ação antimicrobiana, reduzindo a dose necessária dos medicamentos e diminuindo os efeitos colaterais associados ao tratamento farmacológico (SOUZA e FERREIRA, 2021).

Além disso, o sinergismo pode contribuir para minimizar a pressão seletiva sobre bactérias resistentes, reduzindo o desenvolvimento de novas cepas multirresistentes, sendo considerado uma alternativa promissora para a terapêutica antimicrobiana moderna (WHO, 2023).

5.6. Desenvolvimento de Diagnóstico e Biotecnologia

O potencial biotecnológico das folhas de *Manihot esculenta* possibilita o desenvolvimento de diversos produtos naturais, como pomadas, sabonetes, loções e cremes com ação antimicrobiana (CORRÊA; SANTOS, 2020).

A validação científica do uso popular da mandioca pode contribuir para a criação de terapias acessíveis em comunidades com limitado acesso a medicamentos industrializados. Além disso, o aproveitamento de subprodutos vegetais promove sustentabilidade ambiental e valorização da biodiversidade regional (BRASIL, 2022).

Na área biomédica, os estudos também podem favorecer o desenvolvimento de novos compostos farmacológicos e tecnologias voltadas ao controle de infecções bacterianas e fúngicas (OLIVEIRA e LIMA, 2022).

5.7. Aplicações e Perspectivas Futuras

As propriedades antimicrobianas das folhas da mandioca demonstram amplo potencial para aplicação farmacêutica, cosmética e biotecnológica. O desenvolvimento de produtos naturais representa uma alternativa promissora diante do aumento da resistência microbiana e da busca por terapias menos agressivas ao organismo (WHO, 2023).

A integração entre conhecimento científico e saber popular fortalece a valorização da medicina tradicional e amplia as possibilidades de inovação terapêutica. Futuras pesquisas devem aprofundar investigações relacionadas às atividades antioxidantes, imunomoduladoras e anti-inflamatórias da planta, além de estudos clínicos que comprovem sua eficácia e segurança em humanos (SILVA e OLIVEIRA, 2019).

6. CONCLUSÕES

As folhas de *Manihot esculenta* apresentam importante potencial antimicrobiano devido à presença de metabólitos secundários bioativos capazes de atuar contra bactérias e fungos de relevância clínica. Os estudos analisados demonstram que os extratos vegetais possuem atividade significativa frente a microrganismos resistentes, reforçando sua relevância para a pesquisa biomédica e farmacológica.

Entretanto, apesar dos resultados promissores, ainda existem limitações relacionadas à padronização metodológica, segurança toxicológica e validação clínica dos extratos. A presença de glicosídeos cianogênicos evidencia a necessidade de processos adequados de preparo e controle de qualidade para garantir segurança biológica na utilização terapêutica da planta.

Dessa forma, conclui-se que as folhas da mandioca representam uma fonte potencial de inovação científica e biotecnológica, podendo contribuir para o desenvolvimento de novos fitoterápicos e alternativas terapêuticas sustentáveis. Sugere-se a realização de pesquisas futuras envolvendo ensaios clínicos, estudos farmacológicos avançados e desenvolvimento de formulações farmacêuticas que possibilitem a aplicação segura e eficaz desses compostos na saúde humana.

REFERENCIAS:

ADEYEMI, O. S. et al. **Antibacterial activity of Manihot esculenta leaf extracts against pathogenic bacteria.** Journal of Medicinal Plants Research, v. 14, n. 5, p. 210-218, 2020.

ALMEIDA, R. S. et al. **Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre espécies do gênero Candida.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 31, n. 4, p. 455-463, 2021.

ALMEIDA, R. S. et al. **Avaliação da atividade antifúngica de extratos de folhas de mandioca contra espécies de Candida.** Brazilian Journal of Microbiology, v. 52, n. 1, p. 112-120, 2021.

ANVISA − AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Boletim de segurança do paciente e qualidade em serviços de saúde: resistência microbiana. Brasília, DF: ANVISA, 2022.**

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia para avaliação de toxicidade de produtos naturais.** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.** Brasília: Ministério da Saúde, 2022. Disponível em: . Acesso em: 19 maio 2026.

BRUNETON, J. **Farmacognosia, fitoquímica e plantas medicinais.** 2. ed. Paris: Lavoisier, 2001.

CANVA. **Fluxograma – revisão sistemática de abordagem qualitativa**. Disponível em: https://canva.link/9jbjk0vupugbqk8. Acesso em: 25 maio 2026.

CORRÊA, M. P.; SANTOS, A. L. **Compostos bioativos vegetais e seus mecanismos antimicrobianos**. Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 41, n. 2, p. 115-128, 2020.

COSTA, J. R. et al. **Plantas medicinais brasileiras e potencial antimicrobiano de metabólitos secundários.** Revista Fitos, v. 13, n. 1, p. 45-58, 2019.

COSTA, M. A. et al. **Propriedades nutricionais e terapêuticas das folhas de mandioca.** Revista Brasileira de Nutrição Funcional, v. 8, n. 2, p. 34-42, 2021.

COWAN, M. M. **Plant products as antimicrobial agents.** Clinical Microbiology Reviews, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

DUARTE, M. C. T. **Atividade antimicrobiana de plantas medicinais e aromáticas utilizadas no Brasil.** MultiCiência, Campinas, n. 7, p. 1-16, 2006.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Save and grow: cassava – a guide to sustainable production intensification**. Rome: FAO, 2013.

FRONZA, D.; NUNES, J. S.; SANTOS, R. F. **Mandioca: aproveitamento integral e sua importância alimentar e socioeconômica.** In: SILVA, A. C.; PEREIRA, M. L. (org.). Tecnologias e aplicações agroindustriais de culturas tropicais. Curitiba: Editora Científica Digital, 2023. p. 45-62.

GUARNIER, F. **Plantas medicinais na cultura popular brasileira.** Revista de História Regional, v. 13, n. 1, p. 89-102, 2008.

KUMAR, S.; PANDEY, A. K. **Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview.** The Scientific World Journal, v. 2020, p. 1-16, 2020.

LATIF, S.; MÜLLER, J. **Potential of cassava leaves in human nutrition: a review.** Trends in Food Science & Technology, v. 44, p. 147-158, 2020.

NASSAR, N. M. A. **Cassava, Manihot esculenta Crantz: origin and history.** Genetic and Molecular Research, v. 6, n. 4, p. 1177-1184, 2007.

O′NEILL, J. **Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations.** London: Review on Antimicrobial Resistance, 2016.

OBOH, G.; AKINDAHUNSI, A. A. **Nutritional and chemical evaluation of cassava leaves.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 18, n. 5, p. 377-384, 2005.

OLIVEIRA, P. R.; LIMA, T. S. **Avaliação fitoquímica e antimicrobiana de extratos de Manihot esculenta.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 24, n. 3, p. 210-220, 2022.

OLONISAKIN, A. et al. **Phytochemical composition and medicinal potential of cassava leaves**. African Journal of Biotechnology, v. 21, n. 6, p. 145-153, 2022.

PANCHE, A. N.; DIWAN, A. D.; CHANDRA, S. R. **Flavonoids: an overview**. Journal of Nutritional Science, v. 5, p. 1-15, 2019.

SANTOS, R. F. et al. **Atividade bactericida de extratos vegetais frente a Pseudomonas aeruginosa**. Revista de Microbiologia Aplicada, v. 12, n. 2, p. 98-106, 2021.

SILVA, A. C. et al. **Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos etanólicos de folhas de mandioca.** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 31, n. 2, p. 201-210, 2021.

SILVA, L. M.; OLIVEIRA, R. S. **Flavonoides e atividade antimicrobiana em plantas medicinais.** Revista Saúde e Ciência, v. 8, n. 1, p. 55-63, 2019.

SILVA, P. R. et al. **Potencial antifúngico de folhas de Manihot esculenta sobre espécies de Candida.** Brazilian Journal of Biology, v. 82, p. 1-8, 2022.

SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **A cultura da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2003.

SOUZA, M. A.; FERREIRA, R. T. **Métodos laboratoriais aplicados à avaliação antimicrobiana de extratos vegetais.** Revista Científica de Biociências, v. 9, n. 1, p. 66-79, 2021.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Antimicrobial resistance.** Geneva: WHO, 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global report on traditional and complementary medicine.** Geneva: WHO, 2019.