

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS E EXTRATOS DE *Mauritia flexuosa* L.f.
(ARECACEAE)**

Mestranda: Gladyane Mendes Belém

Montes Claros - MG
Agosto - 2022

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica aplicada Campus Montes Claros;

A Universidade Federal de Minas Gerais Campus Montes Claros-UFMG;

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais Campus Januária-IFNMG.

Gladyane Mendes Belém

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS E EXTRATOS DE *Mauritia flexuosa* L.f.
(ARECACEAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Robson Duarte
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Francine Souza Alves da Fonseca

Montes Claros - MG
Agosto - 2022

Gladyane Mendes Belém

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS E EXTRATOS DE *Mauritia flexuosa* L.f.
(ARECACEAE)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Curso de Mestrado Acadêmico em Botânica Aplicada, área de concentração em Botânica Aplicada para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de agosto de 2022

Prof. Dr. Eduardo Robson Duarte -UFMG

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a. Francine Souza

Prof. Dr. Roberta Torres Careli -UFMG

Prof. Dr. Dario Alves de Oliveira -UNIMONTES



Eduardo Robson Duarte

Montes Claros - MG
Agosto - 2022

B428e Belém, Gladysane Mendes.
Efeito antimicrobiano de óleos e extratos de *Mauritia flexuosa* L. f. (arecaceae) [manuscrito] / Gladysane Mendes Belém – Montes Claros, 2022.
17 f. : il.

Bibliografia: f. 16-17.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, Programa de Pós-Graduação em Botânica Aplicada /PPGBOT, 2022.

Orientadora: Prof. Dr. Eduardo Robson Duarte.

Coorientadora: Profa. Dra. Francine Souza Alves da Fonseca.

1. Buriti. 2. Óleos vegetais. 3. Compostos bioativos. 4. Antimicrobiano. I. Duarte, Eduardo Robson. II. Fonseca, Francine Souza Alves da. III. Universidade Estadual de Montes Claros. IV. Título.

Catálogo: Biblioteca Central Professor Antônio Jorge

EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS E EXTRATOS DE *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE)

RESUMO

Mauritia flexuosa é uma planta com compostos bioativos e seus frutos são considerados alimento funcional, com grande fonte de carotenoides e, apresenta também efeitos anticancerígenos e antimicrobianos. Portanto o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial antimicrobiano dos óleos e extratos vegetais da *Mauritia flexuosa* contra bactérias e levedura fontes de infecções nosocomiais. A atividade antimicrobiana foi avaliada por meio do Método de Difusão em Ágar e pela Concentração Inibitória Mínima dos óleos e extratos do buriti, frente as cepas de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella aerogenes* e *Candida albicans*. Constatou-se que o óleo da polpa, apresentou uma boa ação frente as cepas *S. aureus* CIM 31,25 μ L, *P. aeruginosa* CIM 62,5 μ L, *K. aerogenes* CIM 31,25 μ L o óleo também teve ação contra o fungo *C. albicans* com CIM 31,25 μ L. O óleo da casca, exibiu boa atividade frente aos mesmos microrganismos citados, apresentando CIMs idênticos entre eles de 31,25 μ L. Os resultados obtidos neste estudo permitem apontar a *Mauritia flexuosa* como importante fonte de antimicrobianos naturais, o óleo do epicarpo (casca) e mesocarpo (polpa), representam maior potencial como fonte de antimicrobianos agentes de infecções nosocomiais.

Palavras-chave: Microdiluição; Resistência microbiana; Buriti; Óleo vegetal; Extrato vegetal.

ANTIMICROBIAL EFFECT OF OILS AND EXTRACTS OF *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE)

ABSTRACT

Mauritia flexuosa is a plant with bioactive compounds and their fruit are considered a functional food, with a great source of carotenoids and also has anticancer and antimicrobial effects. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the antimicrobial potential of *M. flexuosa* plant oils and extracts against bacteria and yeast sources of nosocomial infections. The antimicrobial activity was evaluated using the Agar Diffusion Method and the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) in microdilution of buriti oils and extracts against *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella aerogenes* and *Candida albicans* strains. It was found that the pulp oil showed a good action against the strains *S. aureus* MIC 31.25 μ l, *P. aeruginosa* MIC 62.5 μ L, *K. aerogenes* MIC 31.25 μ L the oil also had action against the fungus *C. albicans* with MIC 31.25 μ L. The peel oil exhibited good activity against the same microorganisms mentioned, presenting identical MICs between them of 31.25 μ L. The results obtained in this study allow us to point out *M. flexuosa* as an important source of natural antimicrobials, the oil of the epicarp (bark) and mesocarp (pulp), represent greater potential as a source of antimicrobial agents of nosocomial infections.

Key words: Microdilution; Microbial resistance; Buriti; Vegetable oil; Vegetable extract.

Lista de Figuras

Figura 1: *Mauritia flexuosa* “*in loco*” e seus frutos 8

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cepas de microrganismos avaliados	9
Tabela 2 - Mensuração dos halos da atividade antimicrobiana do óleo e extrato do fruto do buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>), médias e desvio padrão.	13
Tabela 3 - Concentração Inibitória Mínima dos óleos e extratos do fruto do buriti (<i>Mauritia flexuosa</i>).....	14

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Material e Métodos	7
2.1 Coleta do material vegetal	7
2.2 Preparação das amostras.....	8
2.3 Obtenção dos óleos vegetais por extração química.....	8
2.4 Obtenção do óleo vegetal por extração mecânica	9
2.5 Preparação dos extratos.....	9
2.6 Seleção dos microrganismos	9
2.7 Efeitos antimicrobianos dos extratos e óleos avaliados.....	10
2.8 Análises estatísticas	10
3 Resultados.....	10
4 Discussão	11
5 Conclusão.....	12
Anexo 1.....	15
Referências.....	16

Artigo formatado de acordo com a Revista Research, Society And Development

**EFEITO ANTIMICROBIANO DE ÓLEOS E EXTRATOS DE *Mauritia flexuosa* L.f.
(ARECACEAE) .**

Mestranda: Gladiane Mendes Belém

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Robson Duarte

Coorientadora: Prof.^a Dr^a. Francine Souza Alves da Fonseca

1. Introdução

Muitos patógenos são considerados risco à saúde, sobretudo em ambientes hospitalares, visto a grande ocorrência de infecções nosocomiais, ocasionadas principalmente por *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella aerogenes* e *Candida albicans* (Kollef et al., 2021). Para controlar essas infecções a terapia com antimicrobianos é a forma mais eficaz e frequentemente utilizada, entretanto estima-se que 10 milhões de pessoas no planeta, podem ir a óbito devido a resistência aos antimicrobianos convencionais (MacLean et al., 2019). Dessa forma o uso indiscriminado de fármacos representa grave problema mundial de saúde pública (Loureiro et al., 2016). O que tem fomentado a busca por novos compostos com ação antimicrobiana, com menores toxicidade e impacto ambiental (Barreto et al., 2010; Costa et al., 2008).

Espécies de plantas nativas com potencial antimicrobiano tem sido alternativas promissoras e apresentam diferentes classes de compostos bioativos que poderiam ser utilizados para o tratamento de múltiplas enfermidades (Oliveira et al., 2017; Silva et al., 2009). Trabalhos de pesquisas que envolvem plantas Arecaceae são promissores pois, indivíduos da família apresentam metabólitos importantes (Royo et al., 2019). E efeitos antimicrobianos (Oliveira et al., 2017). A família Arecaceae é representada por cerca de 200 gêneros e 2.000 espécies, e distribuída por todo território brasileiro, e possui importância econômica, social e ambiental (Nobre et al., 2018).

O buriti é um fruto rico em ácidos graxos e carotenóides que, pode ser empregado como suplemento nutricional, e no controle de doenças crônicas. Os metabólitos presentes tem apresentado efeito anticancerígeno, antimicrobiano, além do óleo desempenhar atividade moduladora de antimicrobianos (Barboza et al., 2022). O fruto é considerado um alimento funcional e, uma das principais fontes de carotenoides, e minerais como o cálcio, zinco e sódio (Morais et al., 2022).

O óleo do fruto pode ser obtido da polpa e da casca, por método químico ou mecânico. Cada processo resulta em óleos com características distintas de acordo com os solventes empregados (Morais et al., 2022). Dentre os bioativos presente no óleo da polpa, o ácido gálico, eugenol e catequina, compostos fenólicos, são frequentemente detectados e apresentam ação antimicrobiana (Castro et al., 2020). Os principais ácidos graxos obtidos por extração mecânica são o mirístico, o palmítico, o esteárico, o oleico, o linoleico e linolênico (Soares et al., 2021; Albuquerque et al., 2005). Na casca do fruto por extração química, estão presentes de forma mais abundante os ácidos oleico, isopalmítico, esteárico e linoleico, além de ser uma rica fonte de antioxidantes naturais (Forero-Doria et al., 2015).

Entretanto os efeitos de óleos fixos produzidos por diferentes métodos de obtenção não têm sido claramente descritos contra microrganismos agentes de infecções em humanos. Dessa forma, o objetivo neste estudo foi avaliar o potencial antimicrobiano do óleo e extratos vegetais da *Mauritia flexuosa* contra bactérias e levedura agentes de infecções nosocomiais.

2. Material e Métodos

2.1 Coleta do material vegetal

Os frutos maduros da *Mauritia flexuosa* (**Figura 1**) foram coletados no mês de outubro de 2021, na comunidade “Salto do Borrachudo” pertencente a cidade Bonito de Minas situada no Norte de Minas Gerais, cujas coordenadas são 15°10'43.6"S44°41'40.0"W. Uma exsicata da espécie foi depositada no Herbário de Montes Claros Minas Gerais com o voucher 5777, referente ao cadastro ABB9198 do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (CGEN) vinculado ao Ministério de Meio Ambiente do Brasil.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 1: *Mauritia flexuosa* “in loco” e seus frutos a: Espécie da *Mauritia flexuosa* L.f em ambiente de vereda. b: Fruto da *Mauritia flexuosa*.

2.2 Preparação das amostras

Após a coleta, os frutos foram higienizados em água corrente, colocados em solução hipoclorada a 2% com permanência de 5 minutos, e em seguida lavados em água destilada. Com o objetivo de facilitar a retirada do epicarpo (casca) e do mesocarpo (polpa), os frutos permaneceram submersos em água destilada em *overnight*. O epicarpo e mesocarpo foram retirados manualmente com auxílio de uma faca inoxidável, foram em seguida ~~sendo~~ desidratados em estufa de circulação forçada de ar a 45°C por 72 horas e depois mantido em refrigeração 5°C ao abrigo da luz direta. (Batista *et al.*, 2012) com adaptações.

2.3 Obtenção dos óleos vegetais por extração química

Para obtenção do óleo vegetal por extração química da polpa (OPQ) e óleo vegetal por extração química da casca (OCQ), utilizou-se a metodologia adaptada de Nobre *et al.*, (2018). Utilizou-se 20g do epicarpo (casca) e/ ou mesocarpo (polpa) desidratados, inseridos no cartucho de papel filtro e, posicionados dentro no extrator tipo Soxhlet® (Marccone MA 491 NBR) fixado a um cesto, onde permaneceu submerso em 100mL do solvente hexano. O aparelho foi ajustado com a temperatura de ebulição do solvente (62°C a 70°C), e após o início do processo de ebulição, o material permaneceu em extração por três horas e com acréscimo de uma hora para recuperação do solvente. Ao final do processo o óleo extraído permaneceu por 24 horas na capela de exaustão de gases, para assegurar total evaporação do solvente, e em seguida o óleo foi armazenado em vidro âmbar em geladeira. Para as análises os óleos foram diluídos em Tween 80® à 5% até as concentrações desejadas.

2.4 Obtenção do óleo vegetal por extração mecânica

O óleo vegetal da polpa por extração mecânica (OPM), foi gentilmente cedido pela Cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão LTDA, localizada na cidade de Montes Claros -MG. Seguindo metodologia de (Soares et al., 2021). Para as análises os óleos foram diluídos em tween 80 Polissorbato (Dinâmica BR) à 5% até as concentrações desejadas.

2.5 Preparação dos extratos

Para elaboração dos extratos da polpa em acetato de etila (EPA) e extrato da casca em acetato de etila (ECA) foram utilizados os procedimentos adaptados por Royo *et al.*, (2019). A polpa e a casca da *M.flexuosa* desidratadas, foram obtidas conforme descrito por (Batista *et al.*, (2012), foi utilizado para obtenção dos extratos 10g de polpa e/ou casca mascarados em 100mL de álcool etílico p.a 99%. O material permaneceu por sete dias em vidro âmbar em temperatura aproximada (\pm) 37°C com agitação manual uma vez ao dia. Posteriormente foi filtrado em papel filtro e desidratado em estufa de circulação forçada de ar a 45°C por 72 horas. O material foi novamente ressuspensionado, agora fracionado em acetato de etila, repetindo o mesmo processo para obtenção do extrato bruto. O material obtido foi armazenado em geladeira (2°C até 10°C) para as análises posteriores, e os extratos foram diluídos em Tween 80® à 5% nas concentrações desejadas.

2.6 Seleção dos microrganismos

As cepas de bactérias e leveduras avaliadas foram adquiridas no laboratório de microbiologia do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (*Campus* Montes Claros) e no Instituto Federal do Norte de Minas (*Campus* Januária (Tabela 1)

Tabela 1 - Cepas de microrganismos avaliados

Coleção	Número	Microrganismo	Origem
ATCC®*	6538	<i>Staphylococcus aureus</i>	Isolado clínico humano
ATCC®*	10145	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Isolado clínico humano
ATCC®*	13048	<i>Klebsiella aerogenes</i>	Isolado clínico humano
ATCC®*	60193	<i>Candida albicans</i>	Isolado clínico humano

Fonte: Dados da pesquisa

*American Type Culture Collection

As cepas selecionadas foram inicialmente crescidas em caldo estéril, *brain heart infusion* (BHI Kasvi Brasil) em estufa bacteriológica a 37°C por 24h. As colônias foram, inoculadas em placas de *petri* com meio estéril ágar Mueller Hinton (MHA Kasvi BR) para bactérias e ágar Sabouraud dextrose (SDA Kasvi BR) para a levedura. As placas foram incubadas em estufa a 37°C/24h. Colônias foram removidas e os inóculos padronizados em solução salina (NaCl 0,85%) até a turvação de 0,5 na escala MacFarland (correspondendo a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL).

2.7 Efeitos antimicrobianos dos extratos e óleos avaliados

Para cada *cepa* foram realizados experimentos isolados com a consideração das particularidades e condições de crescimento de cada microrganismos. Os extratos e óleos foram inicialmente avaliados utilizando o Método de Difusão em Ágar segundo Klančnik *et al.*, (2010) com modificações. Placas com meio estéril MHA ou SDA foram inoculadas com 100 µL dos inóculos padrões. Após 15 minutos, discos de antibióticos de cloranfenicol (para as bactérias) e nistatina (para a levedura) foram depositados sobre os meios de cultivo, bem como discos de 6 mm impregnados com 20 µL do material vegetal avaliados (500 µg- µL / mL). As placas foram incubadas em estufa a 37°C/24h, e os halos de inibição de crescimento mensurados com o auxílio de um paquímetro digital.

As Concentrações Inibitórias Mínimas (CIM), Concentração Bactericida Mínima (CBM) e Concentração Fungicida Mínima (CFM) foram avaliadas pelo método de microdiluição em caldo de acordo com CLSI (2011). Foram preparadas cinco concentrações dos extratos contra os microrganismos avaliados em microplacas estéreis de 96 cavidades de poliestireno. A concentração inicial (CI) dos extratos avaliados foi padronizada a 500 µg/mL de matéria seca nas concentrações finais de 500; 250; 125; 62,5; 31,25 µg / mL e os óleos vegetais 500; 250; 125; 62,5; 31,25 µL/mL. O experimento foi realizado em duas repetições e em cada poço foram adicionados 100 µl de caldo BHI ou caldo SD , 80 µl do extrato e/ou óleo e 20 µl de microrganismo padronizado em solução de cloreto de sódio à 0,85% na escala de 0,5 McFarland (1,5 x 10⁸ UFC / mL). No controle de crescimento, foram utilizados, 80 µl de caldo BHI ou caldo SDA e 20 µl de inóculo microbiano testado. No controle de toxicidade do diluente, foram utilizados 80 µl de BHI e 20 µl do inóculo e 80 µl do diluente (Tween 80@5%) e para o controle de esterilidade 80 µl de BHI e 20µl de solução salina. As microplacas foram tampadas e incubadas a 37 ° C por 18 h. Após a incubação, 20 µl da solução de Cloreto 2,3,5-trifenil tetrazolio a 0,3% foi utilizada em cada poço para verificar o crescimento microbiano. Esse reagente indica multiplicação celular e promove o aparecimento de uma cor avermelhada, que favorece a determinação da CIM.

A metodologia descrita por Koolen *et al.*, (2013) com adaptações foi empregada para a determinação do CBM e CFM, alíquotas de cem microlitros das cavidades de microdiluição que não apresentaram crescimento visível e do controle sem extratos, foram inoculados em MHA ou ágar SDA e incubados a 37 ° C por 24 h. A ausência de crescimento microbiano nas placas foi verificada para determinar os valores de CBM e CFM. Em todos os procedimentos os tratamentos foram realizados em triplicata.

2.8 Análises estatísticas

As medidas dos halos de inibição de crescimento microbiano foram comparadas entres os extratos ou óleos avaliados, em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram avaliados por análises de variância e as médias comparadas pelo teste Scott Knott a 5% de significância.

3 Resultados

Ao avaliar os resultados obtidos pelo Método de Difusão em Ágar para *S. aureus*, o EPA e o OCQ apresentaram respectivamente maiores médias de halo de inibição(Tabela 2, P<0,001). Apresentaram também maiores halos de inibição

para *P. aeruginosa* ($P < 0,001$). Para a levedura *C. albicans* o OPQ e OCQ apresentaram respectivamente as maiores médias de halos de inibição ($P < 0,001$). Neste estudo, os óleos e extratos avaliados não apresentaram halos de inibição para *K.aerogenes*.

Ao avaliar as CIM (Tabela 3), constatou-se que o OPQ apresentou uma boa ação frente as cepas *S. aureus* CIM 31,25 μ L, para *P. aeruginosa* o CIM 62,5 μ Le para *K.aerogenes* CIM 31,25 μ L.O óleo também teve ação contra o fungo *C. albicans* com CIM 31,25 μ L. O OCQ também exibiu boa atividade frente os mesmos microrganismos citados, apresentando CIMs idênticos entre eles de 31,25 μ L, com exceção para *P. aeruginosa* com CIM de 62,5 μ L. Já o OPM mostrou uma atividade mais modesta, com ação moderada com CIM de 500 μ L sob a cepa de *S. aureus* apenas. O EPA também revelou ação moderada frente a todas as cepas testadas sendo *S. aureus*, *P. aeruginosa*, *K. aerogenes* e a levedura *C. albicans* onde demonstrou CIMs similares de 125 μ g/mL.

4 Discussão

No presente estudo, o OPQ e OCQ foram os que apresentaram resultados mais satisfatórios com CIMs de 31,25 μ L para todas bactérias testadas, com exceção para *P. aeruginosa* com CIM de 62,5 μ L, e demonstrou também ótimos resultados sobre o fungo *C. albicans* com CIM de 31,25 μ L, Esses resultados poderiam estar relacionados ao caráter hidrofóbico dos solventes orgânicos utilizados. Compostos hidrofóbicos extraídos como os carotenoides, aumentam a permeabilidade das membranas celulares dos microrganismos, por seu efeito detergente, e possibilitou maior ação de bioativos (Leite *et al.*, 2021)

No óleo da polpa do buriti estão presentes alguns ácidos graxos majoritários, como ácido oleico, palmítico, esteárico, linoleico e linolênico, que podem estar diretamente relacionado com a atividade antimicrobiana (Silveira *et al.*, 2005; Soares *et al.*, 2021). São ácidos que podem promover a solubilidade dos lipídeos e proteínas, presentes nas células do hospedeiro e, interrompem processos metabólicos importantes, como o transporte de elétrons, além de comprometer atividades enzimáticas dos microrganismos e a absorção de nutrientes(Nobre *et al.*, 2018). Neste presente estudo, o OCQ demonstrou ser efetivo contra os microrganismos avaliados. Farero-Doria *et al.*, (2015) descreveram o perfil de ácidos graxos encontrados na casca do fruto, de forma majoritária estão, os ácidos oleico, isopalmítico, esteárico e linoleico, além de possuir em menores quantidades o valérico ácido láurico. Nobre *et al.*, (2018) classifica o ácido láurico como um determinante para a atividade antimicrobiana de *Orbignya speciosa* e adicionalmente segundo (Desbois e Smith, (2010), a casca do buriti pode vir a se tornar um co- produto contendo fontes de antioxidantes naturais.

Os antioxidantes também exercem ação neutralizadora contra patógenos e estão presentes na polpa e casca, como os carotenoides e polifenóis que são sintetizados pelas plantas também para sua proteção, características que evidenciam o efeito antimicrobiano demonstrado (Santos *et al.*, 2018). Os ácidos graxos possuem amplo espectro, e são promissores na corrida por novos antimicrobianos, e a atuação não específica torna-se uma vantagem contra os mecanismos de resistência microbiana, além de serem bioprodutos que oferecem menores efeitos colaterais e quase nenhuma toxicidade de acordo com (Desbois e Smith, 2010; Lacey e Lord, 1981).

Em outro estudo, com o extrato etanólico, do mesocarpo e epicarpo do fruto de *M. flexuosa*, em concentração de 200mg/mL foi observado resultados satisfatórios quanto à atividade antimicrobiana, o extrato do epicarpo inibiu o crescimento de *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*, com utilização do método de difusão em ágar. O CIM do extrato do epicarpo foi de 12,5mg/ mL, enquanto que a CIM do mesocarpo foi de 25,0 mg/ mL, contudo nenhum dos extratos inibiram o fungo *C.albicans* (Oliveira *et al.*, 2017). Os resultados observados divergem dos resultados obtidos no

presente estudo, onde o ECA não apresentou inibição para nenhum microrganismos testados, entretanto o EPA apresentou halo 21,33 mm frente ao *S. aureus* e para *P. aeruginosa* e de 9,33mm, além inibir *C. albicans* com CIM de 125 µg/mL. As diferenças encontradas podem estar relacionadas a diversos fatores como, diferença no método de extração, de maturação do fruto, fatores sazonais e edáficos visto que os indivíduos testados são de bioma distintos.

O extrato da polpa do buriti apresentou atividade moderada nos estudos de Koolen *et al.*, (2013) frente as cepas de *S. aureus* com MIC 100 µg/mL, *P. aeruginosa* e *Micrococcus luteus* ambas com CIM 200 µg/mL sendo utilizados o hexano e metanol como solventes. Os extratos da polpa e casca do fruto, mostraram atividade sinérgica junto aos antimicrobianos norfloxacino e gentamicina frente a cepas multirresistentes de *S. aureus*, *P. aeruginosa* e *E. coli*. Com a utilização dos extratos houve a diminuição das concentrações dos antibióticos testados, entretanto os extratos utilizados de forma isoladas, foram inviáveis, devido seu alto CIM > 1024 (Leite *et al.*, 2021).

O óleo de buriti foi utilizado em uma nanoformulação, juntamente com os antibióticos gentamicina e norflaxacilina e foi capaz de reduzir o CIM em 50%, a nanoencapsulação foi uma alternativa que trouxe uma funcionalidade além de agregar valor comercial ao óleo, a nanoencapsulação é uma técnica importante, devido permitir a solubilidade do óleo em carreadores hidrofóbicos como o buriti, além de aumentar sua atividade antimicrobiana (Morais *et al.*, 2022).

A atividade antimicrobiana do fruto está relacionada diretamente a diversos fatores, os estudos apontam para a natureza dos solventes, técnicas de extração, cepas utilizadas além de fatores ambientais onde a espécie está inserida. Existe uma necessidade de padronização das técnicas aplicadas e mais estudos comparativos com utilização de diferentes técnicas de extração, além de pesquisas por meio de técnicas de biorrefinaria, que utilizam processos de extração verdes com aproveitamento de todas as propriedades do bioproduto, sem gerar resíduos tóxicos.

5 Conclusão

Os resultados obtidos neste estudo permitem apontar a *M. flexuosa* como importante fonte de antimicrobianos naturais. Os óleos do epicarpo (casca) e mesocarpo (polpa) do fruto são mais efetivos e representam potencial como fonte de antimicrobianos para o controle de agentes de infecções nosocomiais.

Tabela 2 – Halos, médias e desvio padrão da atividade antimicrobiana do óleo e extrato do fruto de *M. flexuosa*.

Microrganismo	Diâmetro do halo de inibição (mm) médias e desvio padrão				
	Concentração 500 $\mu\text{g/mL}$, $\mu\text{l/mL}$				
	OPQ	OCQ	OPM	EPA	ECA
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	0	9,66 \pm 0,471 b	0	21,33 \pm 3,091a	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 10145	0	9.66 \pm 0,471 b	0	9.33 \pm 0,942 b	0
<i>Klebsiella aerogenes</i> ATCC 13048	0	0	0	0	0
<i>Candida albicans</i> ATCC 60193	13,66 \pm 1,247 c	11,33 \pm 0,471 d	0	0	0

OPQ= Óleo da Polpa Extração Química, OCQ= Óleo da Casca Extração Química, OPM= Óleo da Polpa Extração Mecânica, EPA = Extrato da Polpa Acetato de Etila, ECA = Extrato da Casca Acetato de Etila

Tabela 3 - Concentração Inibitória Mínima dos óleos e extratos do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa*).

Microrganismos	Concentração Inibitória Mínima, µg/mL, µL/mL				
	OPQ	OCQ	OPM	EPA	ECA
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	31,25 µl	31,25 µl	500 µl	125µg	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 10145	62,5 µl	31,25 µl	0	125 µg	0
<i>Klebsiella aerogenes</i> ATCC 13048	31,25 µl	31,25 µl	0	125 µg	0
<i>Candida albicans</i> ATCC 60193	31,25 µl	31,25 µl	0	125 µg	0

Fonte: Dados da pesquisa

OPQ= Óleo da Polpa Extração Química, **OCQ**= Óleo da Casca Extração Química, **OPM**= Óleo da Polpa Extração Mecânica, **EPA** = Extrato da Polpa Acetato de Etila, **ECA** = Extrato da Casca Acetato de Etila

Anexo 1

Normas de submissão da revista

1) Estrutura do texto:

- Título nesta sequência: inglês, português e espanhol.
- Os autores do artigo (devem ser colocados nesta sequência: nome, ORCID, instituição, e-mail). NOTA: O número ORCID é individual para cada autor, sendo necessário para registro no DOI, e em caso de erro não é possível efetuar o registro no DOI).
- Resumo e Palavras-chave nesta sequência: Português, Inglês e Espanhol (o resumo deve conter o objetivo do artigo, metodologia, resultados e conclusão do estudo. Deve ter entre 150 e 250 palavras);
- Corpo do texto (deve conter as seções: 1. Introdução, em que há contexto, problema estudado e objetivo do artigo; 2. Metodologia utilizada no estudo, bem como autores que sustentam a metodologia; 3. Resultados (ou alternativamente, 3. Resultados e Discussão, renumerando os demais subitens), 4. Discussão e, 5. Considerações finais ou Conclusão);
- Referências: (Autores, o artigo deve ter no mínimo 20 referências tão atuais quanto possível. Tanto a citação no texto quanto o item de Referências, utilizar o estilo de formatação da APA - American Psychological Association. As referências devem ser completas e atualizadas. ordem alfabética crescente, pelo sobrenome do primeiro autor da referência, não deve ser numerada, devem ser colocados em tamanho 8 e espaçamento 1,0, separados entre si por um espaço em branco).

2) Disposição:

- Formato Word (.doc);
- Escrito em espaço de 1,5 cm, usando fonte Times New Roman 10, em formato A4 e as margens do texto devem ser inferior, superior, direita e esquerda de 1,5 cm;
- Os recuos são feitos na régua do editor de texto (não pela tecla TAB);
- Os artigos científicos devem ter mais de 5 páginas.

3) Figuras:

A utilização de imagens, tabelas e ilustrações deve seguir o bom senso e, preferencialmente, a ética e axiologia da comunidade científica que discute os temas do manuscrito. Nota: o tamanho máximo do arquivo a ser enviado é de 10 MB (10 mega). Figuras, tabelas, gráficos etc. (devem ter sua chamada no texto antes de serem inseridas. Após sua inserção, a fonte (de onde vem a figura ou tabela...) e um parágrafo de comentário para dizer o que o leitor deve observar é importante neste recurso. As figuras, tabelas e gráficos ... devem ser numerados em ordem crescente, os títulos das tabelas, figuras ou gráficos devem ser colocados na parte superior e as fontes na parte inferior.

Referências

- Albuquerque, M. L. S., Guedes, I., Alcantara Jr., P., Moreira, S. G. C., Barbosa Neto, N. M., Correa, D. S., & Zilio, S. C. (2005). Characterization of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil by absorption and emission spectroscopies. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(6a), 1113–1117. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532005000700004>
- Andrade Royo, V. de, Rocha, J. A., Santos, K. T., Freitas, J. F. L., Almeida, C. A., Ribeiro, B., Menezes, E. V., Oliveira, D. A. de, Brandao, M. M., & Junior, A. F. de M. (2019). Comparative Studies Between *Mauritia flexuosa* and *Mauritiella armata*. *Pharmacognosy Journal*, 11(1), 32–36. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.1.6>
- Barboza, N. L., Cruz, J. M. dos A., Corrêa, R. F., Lamarão, C. V., Lima, A. R., Inada, N. M., Sanches, E. A., Bezerra, J. de A., & Campelo, P. H. (2022). Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.): An Amazonian fruit with potential health benefits. *Food Research International*, 159, 111654. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2022.111654>
- Barreto, F. S., Sousa, E. O., Campos, A. R., Costa, J. G. M., & Rodrigues, F. F. G. (2010). Antibacterial Activity of *Lantana camara* Linn *Lantana montevidensis* Brig Extracts from Cariri-Ceara, Brazil. *Journal of Young Pharmacists*, 2(1), 42–44. <https://doi.org/10.4103/0975-1483.62211>
- Batista, J. S., Olinda, R. G., Medeiros, V. B., Rodrigues, C. M. F., Oliveira, A. F., Paiva, E. S., Freitas, C. I. A., & Medeiros, A. da C. (2012). Atividade antibacteriana e cicatrizante do óleo de buriti *Mauritia flexuosa* L. *Ciência Rural*, 42(1), 136–141. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000100022>
- Castro, G. M. M. A., Passos, T. S., Nascimento, S. S. da C., Medeiros, I., Araújo, N. K., Maciel, B. L. L., Padilha, C. E., Ramalho, A. M. Z., Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2020). Gelatin nanoparticles enable water dispersibility and potentialize the antimicrobial activity of Buriti (*Mauritia flexuosa*) oil. *BMC Biotechnology*, 20(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/S12896-020-00649-4/TABLES/3>
- Costa, J. G. M. da, Rodrigues, F. F. G., Angélico, E. C., Pereira, C. K. B., Souza, E. O. de, Caldas, G. F. R., Silva, M. R., Santos, N. K. A., Mota, M. L., & Santos, P. F. dos. (2008). Composição química e avaliação da atividade antibacteriana e toxicidade do óleo essencial de *Croton zehntneri* (variedade estragol). *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 18(4), 583–586. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000400015>
- Desbois, A. P., & Smith, V. J. (2010). Antibacterial free fatty acids: Activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(6), 1629–1642. <https://doi.org/10.1007/S00253-009-2355-3/FIGURES/3>
- Forero-Doria, O., Gallego, • Jaime, Valdes, O., Pinzon-Topal, C., Santos, L. S., & Luis Guzmán, •. ([s.d.]). *Relationship between oxidative stability and antioxidant activity of oil extracted from the peel of Mauritia flexuosa fruits*. <https://doi.org/10.1007/s10973-015-4822-7>
- Holetz, F. B., Pessini, G. L., Sanches, N. R., Cortez, A. G., Nakamura, C. V., Prado, B., & Filho, D. (2002). *Screening of Some Plants Used in the Brazilian Folk Medicine for the Treatment of Infectious Diseases*. 97(October), 1027–1031.
- Klančnik, A., Piskernik, S., Jeršek, B., & Možina, S. S. (2010). Evaluation of diffusion and dilution methods to determine the antibacterial activity of plant extracts. *Journal of Microbiological Methods*, 81(2), 121–126. <https://doi.org/10.1016/J.MIMET.2010.02.004>
- Kollef, M. H., Torres, A., Shorr, A. F., Martin-Loeches, I., & Micek, S. T. (2021). Nosocomial Infection. *Critical care medicine*, 49(2), 169–187. <https://doi.org/10.1097/CCM.00000000000004783>
- Koolen, H. H. F., da Silva, F. M. A., Gozzo, F. C., de Souza, A. Q. L., & de Souza, A. D. L. (2013). Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. *Food Research International*, 51(2), 467–473. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.039>
- Lacey, R. W., & Lord, V. L. (1981). Sensitivity of staphylococci to fatty acids: Novel inactivation of linolenic acid by serum. *Journal of Medical Microbiology*, 14(1), 41–49. <https://doi.org/10.1099/00222615-14-1-41/CITE/REFWORKS>
- Leite, P. I. P., Barreto, S. M. A. G., Freitas, P. R., de Araújo, A. C. J., Paulo, C. L. R., de Almeida, R. S., de Assis, C. F., Padilha, C. E. A., Ferrari, M., & de Sousa Junior, F. C. (2021). Extraction of bioactive compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L.) fruit by eco-friendly solvents: Chemical and functional characterization. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 22, 100489. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100489>
- Loureiro, R. J., Roque, F., Teixeira Rodrigues, A., Herdeiro, M. T., & Ramalheira, E. (2016). O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 34(1), 77–84. <https://doi.org/10.1016/J.RPSP.2015.11.003>
- MacLean, R., Science, A. S. M., & 2019, undefined. ([s.d.]). The evolution of antibiotic resistance. *science.sciencemag.org*. Recuperado 18 de junho de 2021, de <https://science.sciencemag.org/content/365/6458/1082.summary>
- Morais, N. de S., Passos, T. S., Ramos, G. R., Ferreira, V. A. F., Moreira, S. M. G., Chaves Filho, G. P., Barreto, A. P. G., Leite, P. I. P., Almeida, R. S. de, Paulo, C. L. R., Fernandes, R., Silva, S. Á. D. da, Nascimento, S. S. da C., de Sousa Júnior, F. C., & de Assis, C. F. (2022). Nanoencapsulation of buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.f.) in porcine gelatin enhances the antioxidant potential and improves the effect on the antibiotic activity modulation. *PloS one*, 17(3), e0265649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265649>
- Nobre, Camila B., Sousa, E. O., Camilo, C. J., Machado, J. F., Silva, J. M. F. L., Filho, J. R., Coutinho, H. D. M., & Costa, J. G. M. (2018). Antioxidative effect and phytochemical profile of natural products from the fruits of “babaçu” (*Orbignia speciosa*) and “buriti” (*Mauritia flexuosa*). *Food and Chemical Toxicology*, 121, 423–429. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2018.08.068>
- Nobre, Camila Bezerra, de Sousa, E. O., de Lima Silva, J. M. F., Melo Coutinho, H. D., & da Costa, J. G. M. (2018). Chemical composition and antibacterial activity of fixed oils of *Mauritia flexuosa* and *Orbignya speciosa* associated with aminoglycosides. *European Journal of Integrative Medicine*, 23, 84–89. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2018.09.009>

- Santos, C. dos, Galaverna, R. S., Angolini, C. F. F., Nunes, V. V. A., de Almeida, L. F. R., Ruiz, A. L. T. G., de Carvalho, J. E., Duarte, R. M. T., Duarte, M. C. T., & Eberlin, M. N. (2018). Antioxidative, antiproliferative and antimicrobial activities of phenolic compounds from three myrcia species. *Molecules*, 23(5). <https://doi.org/10.3390/molecules23050986>
- Silva, I. F., Filho, V. C., Zacchino, S. A., Lima, J. C. D. S., & Martins, D. T. D. O. (2009). Antimicrobial screening of some medicinal plants from Mato Grosso Cerrado. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 19(1 B), 242–248. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000200011>
- Silveira, C. S., Pessanha, C. M., Lourenço, M. C. S., Neves Junior, I., Menezes, F. S., & Kaplan, M. A. C. (2005). Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 15(2), 143–148. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2005000200013>
- Soares, J. F., Borges, L. A., Brandi, I. V., Santos, S. H. S., & Lima, J. P. de. (2021). Characterization of buriti oil produced in northern region of Minas Gerais: quality parameters, fatty acid profile and carotenoids content. *Research, Society and Development*, 10(3), e58010313734–e58010313734. <https://doi.org/10.33448/RSD-V10I3.13734>
- Torcato De Oliveira, A. I., Cabral, J. B., Suleiman Mahmoud, T., Nobre, G., Do Nascimento, L., Fonseca Moreira Da Silva, J., Pimenta, R. S., & Benevides De Morais, P. (2017). In vitro antimicrobial activity and fatty acid composition through gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) of ethanol extracts of *Mauritia flexuosa* (Buriti) fruits. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(40), 635–641. <https://doi.org/10.5897/JMPR2017.6460>