

Ari Sérgio de Oliveira Lemos¹
Priscila de Lima Paula¹
Thalita de Freitas Souza¹
Thayná Gomes Ferreira¹
Lara Melo Campos¹
Matheus Torres Branca¹
Rodrigo Luiz Fabri¹

¹Laboratório de Produtos Naturais Bioativos, Departamento de Bioquímica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil.

✉ **Rodrigo Luiz Fabri**

Campus Universitário, R. José Lourenço Kelmer, s/n, São Pedro, Juiz de Fora, Minas Gerais
CEP: 36036-900
✉ rodrigo.fabri@ufjf.br

Submetido: 23/03/2022

Aceito: 20/10/2022

RESUMO

Introdução: A incidência de microrganismos resistentes a terapias convencionais desperta a necessidade no desenvolvimento de novos antimicrobianos. Além disso, o dano celular gerado em decorrência da produção de radicais livres na presença de patógenos também configura um fator importante para a busca de novos compostos bioativos. **Objetivo:** Avaliar as atividades antioxidante e antimicrobiana dos extratos etanólicos das folhas de *Bactris gasipaes* Kunth (BGFoEt), folhas de *Manicaria saccifera* Gaertn. (MSFoEt), frutos e raízes de *Mauritia flexuosa* L.f. (MFFrEt e MFREt), sementes de *Ptychosperma pullenii* Essig (PPSEt), polpa de *Raphia vinifera* P. Beauv. (RVPoEt), frutos de *Syagrusschizophylla* (Mart.) Glassman (SSFrEt) e do extrato aquoso de frutos de *Areca catechu* L. (ACFrAq). **Material e Métodos:** Foram realizadas análises fitoquímicas, determinação do teor de flavonoides, determinação do potencial antioxidante, através de redução do complexo fosfomolibdênio, redução do radical DPPH e inibição do sistema β -caroteno/ácido linoleico, e atividade antimicrobiana, através da determinação da concentração inibitória mínima (CIM). **Resultados:** A prospecção fitoquímica revelou a presença de alcalóides, cumarinas, taninos, triterpenos, esteroides, flavonoides e antraquinonas. O teor de flavonoides totais variou entre 17,9 e 76,2 mg/g equivalentes à rutina. Os extratos MSFoEt, RVPoEt, PPSEt e MFREt apresentaram resultados significativos para redução do complexo fosfomolibdênio ($83\pm 0,3$; $106\pm 1,8$; $25\pm 1,6$ e $29\pm 4,5$ % da atividade antioxidante relativa à quercetina, respectivamente) e inibição do radical DPPH (CE50 de $1,0\pm 0,2$; $1,7\pm 0,2$; $8,4\pm 0,7$ e $3,8\pm 0,3$ $\mu\text{g/mL}$, respectivamente). Para estes extratos realizou-se o método β -caroteno/ácido linoleico, com porcentagem de inibição da oxidação de $49,0\pm 2,6$; $41,4\pm 0,6$; $45,0\pm 1,9$ e $51,4\pm 1,7$ %, respectivamente. Quanto a atividade antimicrobiana, todos os extratos inibiram pelo menos um microrganismo, sendo que MFREt obteve resultados mais promissores, principalmente para *Enterococcus faecalis* (CIM 8 $\mu\text{g/mL}$) e *Klebsiella pneumoniae* (CIM 16 $\mu\text{g/mL}$), respectivamente. **Conclusão:** Foram identificados extratos de espécies da família Arecaceae com significativa atividade antioxidante e antimicrobiana com destaque para a espécie *M. flexuosa*. As atividades apresentadas podem estar relacionadas aos metabólitos encontrados nos extratos, principalmente os flavonoides. No entanto, mais estudos são necessários para compreender os resultados encontrados.

Palavras-chave: Arecaceae; Antioxidantes; Anti-infecciosos; Flavonoides; Extratos Vegetais.

ABSTRACT

Introduction: The incidence of microorganisms resistant to conventional therapies awakens the need for development of new antimicrobials. In addition, the cellular damage caused by free radical production in the presence of pathogens also represents an essential factor in the search for new bioactive compounds. **Objective:** In this study, we evaluated the antioxidant and antimicrobial activities of ethanolic extracts of *Bactris gasipaes* Kunth leaves (BGFoEt), *Manicaria saccifera* Gaertn. (MSFoEt), fruits and roots of *Mauritia flexuosa* L.f. (MFFrEt and MFREt), seeds of *Ptychosperma pullenii* Essig (PPSEt), pulp of *Raphia vinifera* P. Beauv. (RVPoEt), *Syagrusschizophylla* (Mart.) Glassman fruits (SSFrEt) and the aqueous extract of *Areca catechu* L. fruits. (ACFrAq). **Materials and Methods:** Phytochemical analyses, determination of flavonoid content, determination of antioxidant potential, through phosphomolybdenum complex reduction, DPPH radical reduction and inhibition of β -carotene/linoleic acid system, and antimicrobial activity, through determination of minimum inhibitory concentration (MIC), were performed. **Results:** Phytochemical prospection revealed the presence of alkaloids, coumarins, tannins, triterpenes, steroids, flavonoids and anthraquinones. The total flavonoid content ranged from 17.9 to 76.2 mg/g rutin equivalent. The MSFoEt, RVPoEt, PPSEt and MFREt extracts showed significant results for phosphomolybdenum complex reduction (83 ± 0.3 ; 106 ± 1.8 ; 25 ± 1.6 and 29 ± 4.5 % of antioxidant activity relative to quercetin, respectively) and DPPH radical inhibition (CE50 of 1.0 ± 0.2 ; 1.7 ± 0.2 ; 8.4 ± 0.7 and 3.8 ± 0.3 $\mu\text{g/mL}$, respectively). For these extracts, the β -carotene/linoleic acid method was performed, with oxidation inhibition percentage of 49.0 ± 2.6 ; 41.4 ± 0.6 ; 45.0 ± 1.9 and 51.4 ± 1.7 %, respectively. As for antimicrobial activity, all extracts inhibited at least one microorganism, and MFREt obtained more promising results, especially for *Enterococcus faecalis* (MIC 8 $\mu\text{g/mL}$) and *Klebsiella pneumoniae* (MIC 16 $\mu\text{g/mL}$), respectively. **Conclusion:** This work identified extracts of species of the Arecaceae family with significant antioxidant and antimicrobial activity, especially the species *M. flexuosa*. The presented activities may be related to metabolites found in the extracts, especially flavonoids. However, further studies are needed to understand the obtained results.

Key-words: Arecaceae; Antioxidants; Anti-infective Agents; Flavonoids; Plant Extracts.



INTRODUÇÃO

O surgimento de microrganismos resistentes e infecções oportunistas têm aumentado nos últimos anos¹. O período necessário para a ocorrência do fenômeno de resistência mostra-se surpreendentemente curto devido à capacidade de adaptação dos microrganismos a ambientes hostis.² Essa resistência apresentada por vários patógenos é um fenômeno genético, que codifica diferentes mecanismos bioquímicos que impedem a ação de fármacos.³ Desta forma, torna-se necessária a descoberta de substâncias que atuem no combate à resistência de microrganismos patogênicos e nas infecções oportunistas, sendo essas preferencialmente substâncias com menor toxicidade.⁴

O estudo da atividade antimicrobiana das espécies vegetais é de grande relevância, visto que, algumas substâncias oriundas de seu metabolismo especial podem inibir o crescimento microbiano.⁵ As propriedades medicinais das plantas não estão restritas a atividades antimicrobianas, elas podem possuir outras propriedades, dentre elas antioxidantes, que também despertam o interesse da pesquisa científica.^{5,6} Alguns microrganismos podem desencadear processos inflamatórios, levando a indução da produção de citocinas inflamatórias da resposta imune inata.⁷ A inflamação está associada a danos causados por espécies reativas de oxigênio (EROs), cujos altos níveis provocam dano epitelial, ativação de proteases e lesão tissular.⁸ Portanto, o processo inflamatório pode ser uma resposta de defesa que ocorre em infecções microbianas.

O desequilíbrio entre o excesso de radicais livres e os mecanismos antioxidantes endógenos, por sua vez, pode gerar um estresse oxidativo, levando a danos celulares e a doenças degenerativas.⁹ Dentre algumas doenças geradas pelo efeito cumulativo de radicais livres encontram-se o câncer, ateroscleroses, isquemia cerebral, envelhecimento, artrite, displasia bronco-pulmonar, distrofia muscular, diabetes, disfunção cardiovascular, doenças neurodegenerativas, doença de Alzheimer, doenças inflamatórias e distúrbios gênicos.^{10,11} Tais doenças e distúrbios podem ter seu risco diminuído por meio de substâncias antioxidantes exógenas, pois estas auxiliam na prevenção através do combate dos radicais livres que, conseqüentemente, retarda ou inibe a velocidade da oxidação.⁹ Os flavonoides, taninos e outras substâncias fenólicas, por exemplo, possuem potencial antioxidante, principalmente, por atuarem como sequestradores de radicais de oxigênio, podendo contribuir na prevenção das patologias.⁶

A família Areaceae (ou Palmae) apresenta uma grande diversidade de espécies, presentes em vários biomas, principalmente em regiões tropicais e subtropicais.^{12,13} No Brasil, são encontrados aproximadamente 40 gêneros e 200 espécies.¹⁴ Algumas espécies de Areaceae vêm sendo utilizadas

pela população para fins alimentícios,¹⁵ além de serem utilizadas na indústria têxtil e na medicina popular.¹⁶⁻²¹ As substâncias químicas oriundas de metabolismo especial pertencem a diferentes classes, podendo ser encontrados óleos essenciais, carotenoides, esteroides, alcaloides, fenólicos, flavonoides, além de taninos e saponinas (Tabela 1). Areaceae apresenta espécies com uma grande variedade de atividades farmacológicas, dentre elas, antidepressiva,²² antioxidante,²²⁻²⁴ antibacteriana e antifúngica.^{23,25,26}

Diante da necessidade de estudos sobre esta família, o presente estudo visa avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana de sete espécies da família Areaceae (*Bactris gasipaes* Kunth, *Areca catechu* L., *Manicaria saccifera* Gaertn., *Mauritia flexuosa* L.f., *Ptychosperma pullenii* Essig, *Raphia vinifera* P. Beauv. e *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman). Além disso, determinar o perfil químico por meio de prospecção fitoquímica e determinação do teor de flavonoides totais.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal e preparo dos extratos

Espécimes de sete espécies da família Asteraceae foram coletados no sítio Pindorama (18°51'2" de latitude sul e 41°56'53" de longitude oeste), localizado no município de Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil, em maio de 2014, de acordo com a licença A032F41-23 SISGEN/BRASIL. Uma amostra de cada espécie foi depositada no Herbário Leopoldo Krieger da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) com os seguintes números de tombo: *Bactris gasipaes* Kunth (CESJ Nº 46077), *Areca catechu* L. (CESJ Nº 46078), *Manicaria saccifera* Gaertn. (CESJ Nº 46079), *Mauritia flexuosa* L.f. (CESJ Nº 46080), *Ptychosperma pullenii* Essig (CESJ Nº 46081), *Raphia vinifera* P. Beauv. (CESJ Nº 46082) e *Syagrus schizophylla* (Mart.) Glassman (CESJ Nº 46083).

Os órgãos vegetais das espécies foram submetidos à secagem em estufa a 40°C. Os materiais vegetais secos foram pulverizados e, em seguida, macerados com etanol, à temperatura ambiente, até a exaustão. Para realizar os processos de evaporação do solvente foi utilizado o evaporador rotativo, obtendo-se extratos etanólicos das folhas de *B. gasipaes* (BGFoEt) e de *M. saccifera* (MSFoEt), dos frutos de *M. flexuosa* (MFFrEt) e de *S. schizophylla* (SSFrEt), da polpa de *R. vinifera* (RVPoEt), da semente de *P. pullenii* (PPSEt) e da raiz de *M. flexuosa* (MFREt). O extrato aquoso dos frutos de *A. catechu* (ACFrAq) foi obtido por maceração dinâmica em água a 50°C por 1 hora e posterior liofilização.

Análise fitoquímica

Os extratos brutos foram submetidos às

Tabela 1: Nome científico, parte utilizada, uso popular e classes químicas encontradas em espécies de Arecaceae.

Espécie vegetal	Parte utilizada	Uso popular	Classes químicas encontradas	Referência bibliográfica
<i>Areca catechu</i> L.	Raízes, flor, frutos e sementes	Digestiva, estimulante, doenças parasitárias, ascite e edema	Taninos, procianidinas, alcaloides, flavonoides e óleos essenciais	Boucher, Mannan ¹⁹ ; Huang et al ²⁷ ; Cao et al ²⁸ ; Yuan et al ²⁹ ; Shen et al ³⁰ ; Tang et al ³¹
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth.	Frutos e palmito	Uso alimentício	Carboidratos, proteínas, gorduras e provitamina A, fenólicos, flavonoides e carotenoides	Adin et al ¹⁵ ; Melhorança Filho, Pereira ³² ; Spinoza-Pardo et al ³³ ; Martínez-Girón et al ³⁴
<i>Manicaria saccifera</i> Gaertn.	Tururi (fibra vegetal) e fruto	Têxtil e uso medicinal para resfriado, febre e asma	Ácidos graxos	Monteiro, ¹⁶ ; Morais, Gutjahr ¹⁸ ; Collin ³⁵ ; Litchfield ³⁶
<i>Mauritia flexuosa</i> L.	Raízes e frutos	Alimentação, vermífuga, cicatrizante e usada em queimaduras	Flavonoides, carotenoides, tocoferol, fenólicos, taninos, saponinas e ácido ascórbico	Koolen ²² ; Moura ³⁷ ; Oliveira et al ³⁸ ; Vasquez et al ³⁹ ; Pereira-Freire et al ⁴⁰ ; Faustino et al ⁴¹ ; Speranza et al ⁴² ; Pereira-Freire et al ⁴³ ; Nonato et al ⁴⁴ ; Leão et al., ⁴⁵
<i>Ptychosperma pullenii</i> Essig	-	Não descrito	Flavonoides	Harbone et al ⁴⁶
<i>Raphia vinífera</i> P. Beauv.	Exsudato de caule e fruto	Alimento (vinho de palma), tratamento de unheiros e erupções cutâneas	Ácidos graxos, ésteres de esteroides, esteroides, sapogeninas e saponinas esteroidais	Opute ⁴⁷ ; Uzodimma ¹⁷ ; Tapondjou et al ⁴⁸ ; Ojo, Agboola ⁴⁹
<i>Syagrus schizophylla</i> (Mart.) Glassman	Folhas	Bebida alcoólica	Alcaloides, flavonoides e fenólicos	Vasquez et al ³⁹ ; Oliveira et al ⁵⁰

análises fitoquímicas preliminares para determinação das principais classes químicas de metabólitos especiais, de acordo com o protocolo descrito por Matos,⁵¹ com modificações. Soluções dos extratos foram preparadas na concentração de 1 mg/mL e utilizadas nas análises posteriores. A identificação de alcaloides procedeu-se pelo método de precipitação com os reagentes Dragendorff, Hager e Mayer. Triterpenos e esteroides foram analisados através do método de Liebermann-Burchard; saponinas pelo método de formação de espuma; cumarinas através de solução de KOH 10%; fenólicos através de solução de FeCl₃ 2%; taninos pelo método de precipitação com solução de gelatina 2,5% e flavonoides foram identificados com solução de AlCl₃ 5%.

Determinação do teor de flavonoides

O teor de flavonoides foi determinado pelo método descrito por Miliuskas et al⁵², com modificações. Em tubo de ensaio, adicionou-se 1 mL da solução amostra (0,5 mg/mL em metanol), 1 mL de solução de AlCl₃ em etanol (20 g/L), 1 gota de ácido acético glacial e completou-se o volume para 25 mL com etanol. Após 40 minutos de incubação, sob abrigo de luz a 20°C, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de onda de 415 nm. A substância rutina (Vetec®) foi utilizada como padrão. A curva de calibração foi preparada utilizando-se alíquotas de 0,1 a 2,0 mL de uma solução etanólica de rutina (0,5 mg/mL). O branco foi preparado com 1 mL do extrato vegetal, 1 gota de ácido acético e completou-se o volume para 25 mL com etanol. O conteúdo total de flavonoides foi expresso em mg/g de extrato vegetal, em equivalentes de rutina (ER). Todas as determinações foram realizadas em triplicata e a média dos resultados foi utilizada para o cálculo do teor de flavonoides.

Atividade antioxidante

Método de sequestro de radicais livres (DPPH•)

A atividade sequestrante de radicais DPPH foi determinada pelo método descrito por Brand-Williams et al⁵³, com modificações. A metodologia consiste em avaliar a capacidade antioxidante sequestradora do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidralazil (DPPH – Sigma-Aldrich®). O DPPH apresenta uma coloração púrpura e, por ação de um antioxidante, é reduzido a difenil-picril-hidralazil (DPPH-H) de coloração amarela. Em uma microplaca de 96 poços, foram transferidos 100 µL de uma solução a 1 mg/mL da amostra. Em seguida, foram realizadas microdiluições sucessivas em 50 µL metanol e adicionados 150 µL de solução de DPPH a 20 µg/mL, em metanol, obtendo-se concentrações de 250 a 0,90 µg/mL da amostra. A placa foi incubada sob abrigo

de luz e, após 30 minutos, foi realizada a leitura em espectrofotômetro UV-Vis (Thermo Scientific SkanIt® Multiskan GO, software 3.2) no comprimento de onda de 515 nm. O branco foi preparado da mesma forma que as amostras, utilizando-se metanol no lugar da solução amostra. Os testes foram realizados em triplicata e o resultado foi expresso em porcentagem de sequestro de radicais DPPH, calculado de acordo com a equação:

$$\% \text{ Inibição} = \frac{\text{Abs branco} - \text{Abs amostra}}{\text{Abs branco}} \times 100$$

Abs_{branco}: absorbância mensurada do branco; Abs_{amostra}: absorbância mensurada da amostra.

Também foi determinada a Concentração Efetiva 50% (CE₅₀) em µg/mL, que é a quantidade necessária da amostra para reduzir em 50% a ação oxidante do DPPH. Os controles positivos foram ácido ascórbico (Sigma-Aldrich®), quercetina (Vetec®) e rutina (Vetec®). Os dados foram apresentados em comparação com os controles positivos e reportados como a média ± desvio padrão.

Método do poder de redução do complexo fosfomolibdênio

O ensaio foi conduzido de acordo com o método proposto por Prieto et al⁵⁴, com modificações. Os extratos e padrões, ácido ascórbico (Sigma-Aldrich®) e quercetina (Vetec®) foram diluídos em etanol 70% (EtOH), obtendo concentração 100 µg/mL. Tubos de ensaio contendo 300 µL da amostra em solução etanólica e 2 mL da solução reagente (28 mL da solução de fosfato, 12 mL de molibdato, 20 mL de H₂SO₄) foram fechados hermeticamente e levados ao banho-maria a 95°C por 90 minutos. A leitura das soluções das amostras foi realizada em um espectrofotômetro UV-Vis (Thermo Scientific SkanIt® Multiskan GO, software 3.2) a 695 nm. O branco utilizado para a amostra foi preparado com 300 µL amostra e 2 mL do solvente (EtOH 70%). O ensaio foi realizado em triplicata e os resultados foram expressos em porcentagem de Atividade Antioxidante Relativa (AAR%), sendo a capacidade antioxidante dos extratos expressas em relação ao ácido ascórbico e a quercetina, considerando estes controles com atividade antioxidante correspondente a 100%. A equação para o cálculo da AAR% encontra-se abaixo.^{55,56}

$$\text{AAR\%} = \frac{\text{Abs amostra} - \text{Abs branco}}{\text{Abs padrão} - \text{Abs branco}} \times 100$$

Abs_{branco}: absorbância mensurada do branco; Abs_{amostra}: absorbância mensurada da amostra; Abs_{padrão}: absorbância mensurada do padrão.

Sistema β -caroteno/ácido linoleico

A atividade de inibição de radicais livres foi avaliada pelo método β -caroteno/ácido linoleico descrito por Melo e Mancini Filho,⁵⁷ com modificações. A emulsão contendo o β -caroteno e o ácido linoleico foi preparada adicionando a um erlenmeyer 20 μ L de ácido linoleico, 265 μ L de Tween 40, 1 mL de clorofórmio e 50 μ L da solução β -caroteno a 10 mg/mL em clorofórmio. Em seguida, a mistura passou pelo processo de evaporação completa do clorofórmio em nitrogênio. No erlenmeyer, adicionaram-se 30 mL de água destilada, previamente saturada com oxigênio durante 30 minutos, e agitou-se vigorosamente. A emulsão apresentou absorvância entre 0,6 e 0,7 em 470 nm. Foram preparadas soluções das amostras e dos padrões, rutina (Vetec®) e quercetina (Vetec®), nas concentrações de 1000 a 31,25 μ g/mL. Em uma microplaca de 96 poços foram adicionados 250 μ L da emulsão preparada em cada poço e 10 μ L da solução da amostra a ser testada. O controle negativo foi realizado com 250 μ L da emulsão e 10 μ L de metanol para determinar 100% de oxidação. A leitura da absorvância foi realizada em um espectrofotômetro UV-Vis (Thermo Scientific Skanlt® Multiskan GO, software 3.2), no comprimento de onda de 470 nm, durante 120 minutos a 45°C, com intervalo de 15 minutos entre as leituras. O experimento foi realizado em triplicata e os resultados foram mensurados por meio do cálculo de porcentagem de inibição e avaliação da curva de oxidação, calculando o F1 (entre 15 e 45 minutos após o início da reação) e F2 (entre 75 e 90 minutos após início da reação). A queda da absorvância da amostra foi relacionada com a queda da absorvância do controle negativo, obtendo-se a porcentagem de inibição, segundo a seguinte equação⁵⁸:

$$\% \text{ Inibição} = \frac{\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}}{\text{Abs controle}} \times 100$$

$$\text{Abs amostra} = \text{Abs inicial} - \text{Abs Final}$$

$$\text{Abs controle} = \text{Abs inicial} - \text{Abs Final}$$

$$F1 = \frac{\text{tg da solução padrão}}{\text{tg controle}} \text{ Primeira parte da curva (15 e 45min)}$$

A_{controle}: absorvância mensurada para o controle negativo; A_{amostra}: absorvância mensurada para a amostra; Abs inicial: absorvância inicial; Abs final: absorvância final; % I: porcentagem de inibição da lipoperoxidação; tg: tangente.

Atividade antimicrobiana

Linhagens bacterianas

As linhagens de referência utilizadas nesse trabalho foram: *Bacillus cereus* ATCC® 14579, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC® 9027, *Staphylococcus aureus* ATCC® 25923, *Salmonella enterica* sorotipo Typhimurium ATCC® 13311, *Escherichia coli* ATCC® 10536, *Acinetobacter baumannii* ATCC® 19606, *Enterobacter aerogenes* ATCC® 13048, *Enterococcus faecalis* ATCC® 19433, *Klebsiella pneumoniae* ATCC® 4352, *Streptococcus pyogenes* ATCC® 10096. Todas as linhagens foram gentilmente cedidas pelo Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde (INCQS) – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Brasil, e previamente cultivadas durante 24 horas a 35°C em ágar Mueller Hinton, antes da realização dos ensaios.

Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

O ensaio de susceptibilidade por microdiluição em caldo foi realizado usando o método descrito pela *Clinical Standard Laboratory Institute* para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM).⁵⁹ Todos os testes foram realizados utilizando caldo Mueller Hinton. Diluições sucessivas de 1000 a 8 μ g/mL das amostras foram preparadas em microplacas de 96 poços de poliestireno. Para isso, foram utilizadas soluções estoque de 25 mg/mL em DMSO 1%. Em microplacas contendo 100 μ L de meio de cultura foram transferidos 80 μ L da solução estoque. Para completar o volume final de 200 μ L, foram adicionados 20 μ L de inóculo a 10⁶ UFC/mL (Unidade Formadora de Colônia por Mililitro), preparado a partir da escala turbidimétrica padrão 0,5 de McFarland (10⁸ UFC/mL). As placas foram incubadas a 35°C por 24 horas. Cloranfenicol (150 a 0,5 μ g/mL) foi utilizado como controle positivo. O valor de CIM foi calculado como a menor diluição que apresenta completa inibição da linhagem testada. Todos os testes foram realizados em duplicatas.

Análise estatística

Os resultados da atividade antioxidante foram expressos como média \pm desvio padrão (DP) e comparados usando ANOVA seguido do teste de Bonferroni (P<0,05). Todas as análises estatísticas e gráficos foram realizadas utilizando o software Prism 6.0.1 (GraphPad Software, San Diego, CA, EUA).

RESULTADOS

Prospecção fitoquímica

A prospecção fitoquímica revelou que as espécies estudadas da família Arecaceae apresentaram uma ampla composição de metabólitos especiais, tais como alcaloides, cumarinas, taninos, esteroides, triterpenos, saponinas, flavonoides e antraquinonas (Tabela 2). Todas as plantas apresentaram substâncias fenólicas e pelo menos uma das classes de metabólitos pesquisadas.

Teor de flavonoides

Os resultados mostraram que os teores de flavonoides encontrados nas espécies em estudo variaram de 17,99 a 76,2 mg/g de extrato equivalentes a rutina. Os extratos MFREt, PPSEt, MSFoEt, BGFoEt e RVPoEt foram os que apresentaram maiores teores de flavonoides com 76,2±4,1; 57,3±9,2; 53,6±7,8, 53,0±3,8 e 47,2±5,5 mg/g, respectivamente (Tabela 3) ($P < 0,05$). Sendo, os extratos PPSEt, MSFoEt, BGFoEt e RVPoEt considerados estatisticamente iguais quando comparados entre si ($P > 0,05$).

Atividade antioxidante

Sequestro de radicais livres (DPPH•)

Os resultados da avaliação antioxidante dos extratos pelo método de sequestro de radicais livres (DPPH) encontram-se representados na Tabela 3 e expressos na forma de concentração efetiva 50% (CE_{50}), que é a quantidade necessária da amostra para reduzir em 50% a ação oxidante do DPPH. MSFoEt apresentou resultado significativo com valor de CE_{50} de 1,0 µg/mL, seguido por RVPoEt (CE_{50} 1,7 µg/mL), sem diferença estatística em relação aos controles positivos, rutina, quercetina e ácido ascórbico ($P > 0,05$). Os extratos MFREt (CE_{50} 3,8 µg/mL) e PPSEt (CE_{50} 8,36 µg/mL) também apresentaram resultados promissores, mas foram significativamente diferentes dos controles positivos ($P < 0,05$).

Poder de redução do complexo de fosfomolibdênio

O método de redução do complexo de fosfomolibdênio também foi utilizado para avaliar o potencial antioxidante dos extratos da família Arecaceae e os resultados demonstraram que os extratos RVPoEt e MSFoEt apresentaram as melhores atividades em comparação com os padrões de quercetina e ácido ascórbico, seguidos dos extratos PPSEt e MFREt. Os valores de atividade antioxidante de RVPoEt e MSFoEt foram de 105,8±1,8% e 83,2±0,3% em relação a quercetina respectivamente e, 33,4±0,5% e 26,5±0,1% em relação ao ácido ascórbico ($P < 0,05$) respectivamente. RVPoEt demonstrou uma atividade antioxidante para a redução do complexo de fosfomolibdênio semelhante a

atividade do padrão quercetina ($P > 0,05$) por apresentar uma porcentagem de atividade antioxidante próxima de 100, valor referente à atividade da quercetina (Tabela 3).

Sistema β -caroteno/ácido linoleico

O ensaio do sistema β -caroteno/ácido linoleico foi realizado com os extratos que apresentaram melhores resultados no método de sequestro de radicais livres (MSFoEt, RVPoEt, MFREt e PPSEt). Essa atividade antioxidante avalia as etapas do processo de oxidação do sistema β -caroteno/ácido linoleico que podem ser divididas em iniciação, propagação e fase terminal. A determinação do decaimento, processo de oxidação, foi analisado na absorbância a 470 nm (descoloramento do β -caroteno) em relação ao tempo de reação (Figura 1), que permitiu o cálculo dos valores de F1 e F2 (Tabela 3), os quais forneceram dados adicionais sobre a atividade antioxidante. Os extratos testados apresentaram capacidade de diminuir a peroxidação lipídica do ácido linoleico com porcentagens de inibição variando de 41,4±0,5 a 51,4±1,7% estatisticamente semelhantes a rutina ($P > 0,05$) e diferentes da quercetina ($P < 0,05$).

A partir do perfil de decaimento da absorbância do β -caroteno, curva de cinética de oxidação durante 120 minutos de reação (Figura 1), foi possível avaliar os valores de F1 (bloqueio da formação de peróxidos entre 15 e 45 min) e F2 (bloqueio da formação de outras espécies radicalares entre 75 a 90 min). De acordo com os resultados (Tabela 3), todos os extratos testados foram mais eficientes no bloqueio da formação de peróxidos na fase de propagação (F1) do que na fase terminal (F2), sendo estatisticamente semelhantes aos padrões rutina e quercetina ($P > 0,05$). Vale ressaltar que quanto mais próximos os valores de F1 e F2 estiverem de 1, menor será a atividade antioxidante.^{55,57} Além disso, os extratos PPSEt e RVPoEt se destacaram com valores de F2 abaixo de 0,5, mostrando que também podem ser capazes de bloquear a formação de outras espécies radicalares na fase terminal. Esses extratos foram estatisticamente semelhantes a quercetina ($P > 0,05$) e diferentes da rutina ($P < 0,05$).

Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

Os resultados da atividade antimicrobiana dos extratos são apresentados na Tabela 4. Observou-se que as CIM dos extratos variaram de 1000 a 8 µg/mL para os microrganismos testados. Todos os extratos exibiram atividade antimicrobiana em pelo menos um microrganismo avaliado. MFREt apresentou melhor atividade antimicrobiana entre os extratos com valores de $CIM \leq 125$ µg/mL para sete das dez linhagens de microrganismos testados, sendo que *Enterococcus faecalis* e *Klebsiella pneumoniae* foram os

Tabela 2: Prospecção fitoquímica das principais classes de metabólitos especiais de extratos de espécies de Arecaceae.

Espécie vegetal	Código	Parte utilizada	Classe de Fitoconstituintes								
			Al	Tr	Es	Sa	Cm	Fe	Ta	Fl	An
<i>Areca catechu</i>	ACFrAq	Fruto	-	-	-	+	+	+	+	+	-
<i>Bactris gasipaes</i>	BGFoEt	Folha	+	-	+	-	+	+	+	+	-
<i>Manicaria saccifera</i>	MSFoEt	Folha	+	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFFrEt	Fruto	-	-	-	+	-	+	-	+	-
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFREt	Raiz	+	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Ptychosperma pullenii</i>	PPSEt	Semente	+	-	+	+	+	+	+	+	-
<i>Raphia vinifera</i>	RVPoEt	Fruto	-	+	-	-	-	+	+	+	+
<i>Syagrus schizophylla</i>	SSFrEt	Fruto	-	-	-	-	-	+	-	+	-

ACFrAq: Extrato aquoso frutos de *Areca catechu*; BGFoEt: Extrato etanólico de folhas de *Bactris gasipaes*; MSFoEt: Extrato etanólico de folhas de *Manicaria saccifera*; MFFrEt: Extrato etanólico de frutos de *Mauritia flexuosa*; MFREt: Extrato etanólico de raízes de *Mauritia flexuosa*; PPSEt: Extrato etanólico de sementes de *Ptychosperma pullenii*; RVPoEt: Extrato etanólico de frutos de *Raphia vinifera*; SSFrEt: Extrato etanólico de frutos de *Syagrus schizophylla*. + Positivo, - Negativo, Al - Alcaloides, Tr - Triterpenos, Es - Esteroides, Sa - Saponinas, Cm - Cumarinas, Fe - Fenóis, Ta- Taninos, Fl - Flavonoides, An - Antraquinonas.

Tabela 3: Teor de flavonoides e atividade antioxidante de extratos de espécies de Areaceae e dos controles positivos rutina, quercetina e ácido ascórbico.

Espécie vegetal	Códigos	Teor de flavonoides (mg/g)	DPPH CE ₅₀ (µg/mL)	Fosfomolibdênio		β-caroteno/ácido linoleico		
				%RQ	%RAA	I%	F1	F2
<i>Areca catechu</i>	ACFrAq	37,6±5,9 ^a	>250	7,9±0,9 ^e	2,5±0,3 ^h	-	-	-
<i>Bactris gasipaes</i>	BGFoEt	53,0±3,8 ^b	53,3±15,1	20,4±3,0 ^f	6,5±0,9 ⁱ	-	-	-
<i>Manicaria saccifera</i>	MSFoEt	53,6±7,8 ^b	1,0±0,2 ^d	83,2±0,3	26,5±0,1	48,9±2,6 ^k	0,4±0,02 ^m	0,8±0,04 ⁿ
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFFrEt	41,7±4,9 ^{a,c}	125,3±11,5	18,8±0,7 ^f	5,9±0,2 ⁱ	-	-	-
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFREt	76,2±4,1	3,8±0,3	28,6±4,5 ^g	9,1±1,4 ⁱ	51,4±1,7 ^k	0,6±0,1 ^m	0,9±0,1 ⁿ
<i>Ptychosperma pullenii</i>	PPSEt	57,3±9,2 ^b	8,36±0,7	25,5±1,5 ^{f,g}	7,5±1,0 ^{i,j}	45,0±1,8 ^{k,l}	0,5±0,02 ^m	0,5±0,1 ^o
<i>Raphia vinifera</i>	RVPoEt	47,2±5,5 ^{b,c}	1,7±0,2 ^d	105,8±1,8	33,4±0,5	41,4±0,5 ^l	0,6±0,1 ^m	0,6±0,1 ^o
<i>Syagrus schizophylla</i>	SSFrEt	17,9±4,6	>250	7,8±1,0 ^e	2,5±0,3 ^h	-	-	-
Rutina	-	-	1,7±0,1 ^d	-	-	52,8±0,8 ^l	0,4±0,1 ^m	0,9±0,1 ⁿ
Quercetina	-	-	0,8±0,1 ^d	-	-	71,4±0,5	0,4±0,1 ^m	0,7±0,1 ^{n,o}
Ácido Ascórbico	-	-	0,4±0,01 ^d	-	-	-	-	-

Os valores estão representados como média ± desvio padrão. Letras iguais que o resultado estatisticamente semelhante (ANOVA seguido do teste de Bonferroni) (P>0,05).

Tabela 4: Concentração inibitória mínima (CIM) de extratos de espécies de Arecaceae.

Espécie vegetal	Códigos	CIM (µg/mL)									
		A. <i>baumannii</i>	B. <i>cereus</i>	E. <i>aerogenes</i>	E. <i>faecalis</i>	E. <i>coli</i>	K. <i>pneumoniae</i>	P. <i>aeruginosa</i>	S. <i>typhimurium</i>	S. <i>aureus</i>	S. <i>pyogenes</i>
<i>Areca catechu</i>	ACFrAq	>1000	1000	>1000	1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>Bactris gasipaes</i>	BGFoEt	1000	>1000	500	125	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000
<i>Manicaria saccifera</i>	MSFoEt	1000	250	1000	1000	>1000	1000	>1000	>1000	1000	1000
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFFrEt	1000	500	1000	125	>1000	500	500	500	500	1000
<i>Mauritia flexuosa</i>	MFREt	125	125	125	8	500	16	1000	125	1000	125
<i>Ptychosperma pullenii</i>	PPSEt	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	>1000	1000
<i>Raphia vinifera</i>	RVPoEt	1000	250	1000	1000	1000	1000	1000	250	1000	1000
<i>Syagrus schizophylla</i>	SSFrEt	250	>1000	500	125	>1000	1000	500	500	1000	500
Cloranfenicol	-	31,3	3,9	31,3	15,6	15,6	0,98	15,6	0,98	62,5	31,3

ACFrAq: Extrato aquoso frutos de *Areca catechu*; BGFoEt: Extrato etanólico de folhas de *Bactris gasipaes*; MSFoEt: Extrato etanólico de folhas de *Manicaria saccifera*; MFFrEt: Extrato etanólico de frutos de *Mauritia flexuosa*; MFREt: Extrato etanólico de raízes de *Mauritia flexuosa*; PPSEt: Extrato etanólico de sementes de *Ptychosperma pullenii*; RVPoEt: Extrato etanólico de frutos de *Raphia vinifera*; SSFrEt: Extrato etanólico de frutos de *Syagrus schizophylla*.

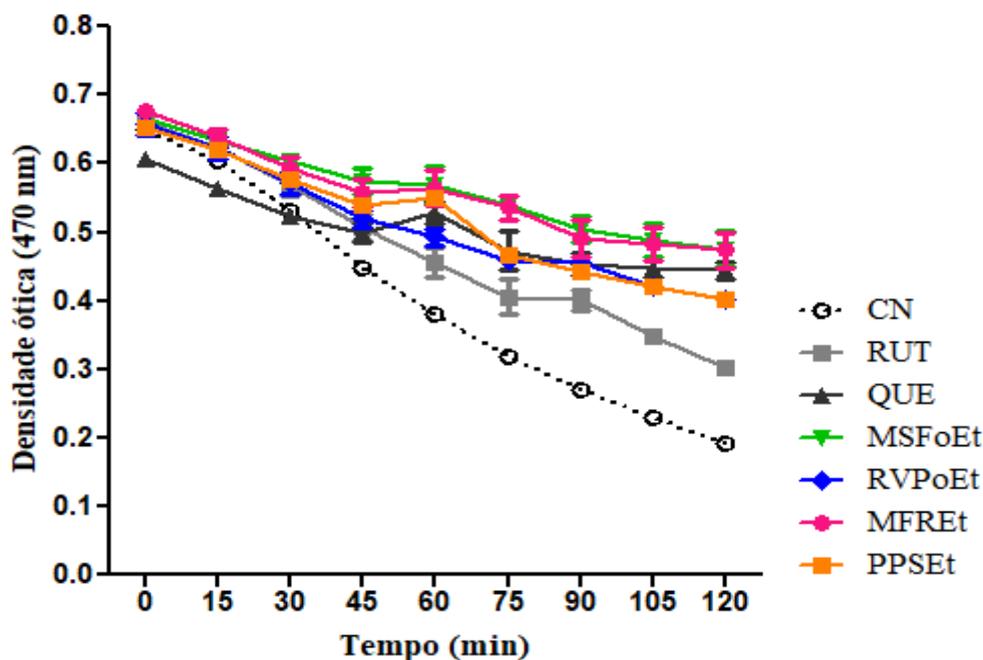


Figura 1: Curva de oxidação do β -caroteno na presença dos extratos das espécies de Areaceae com melhores resultados antioxidantes e dos controles rutina e quercetina.

CN: controle negativo; RUT: rutina; QUE: quercetina; MSFoEt: Extrato etanólico de folhas de *Manicaria saccifera*; RVPoEt: Extrato etanólico de polpa de *Raphia vinifera*; MFREt: Extrato etanólico de frutos de *Mauritia flexuosa*; PPSEt: Extrato etanólico de sementes de *Ptychosperma pullenii*.

microrganismos mais susceptíveis a esse extrato com valores de CIM de 8 e 16 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente. Vale ressaltar de MFREt apresentou um valor de CIM menor que o controle positivo cloranfenicol para *E. faecalis* (8 e 15,6 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente).

DISCUSSÃO

A família Areaceae possui espécies utilizadas na medicina popular. Para verificar o potencial terapêutico de algumas dessas espécies, suas atividades antioxidante e antimicrobiana foram avaliadas.

A atividade antioxidante foi avaliada por três métodos diferentes: sequestro do radical DPPH, redução do complexo fosfomolibdênio e proteção do sistema β -caroteno/ácido linoléico. O DPPH é um radical de nitrogênio orgânico, instável, de cor violeta e que apresenta absorção máxima na faixa de 515-520 nm. Na presença de uma substância doadora de hidrogênio, esse radical é reduzido (coloração amarela) e a intensidade de absorção diminui.⁵⁸ Quanto maior o consumo de DPPH pela amostra, maior é sua atividade antioxidante.⁶⁰ No método DPPH os extratos MSFoEt, RVPoEt, MFREt e PPSEt foram capazes de inibir o radical DPPH, comprovando uma expressiva atividade antioxidante. Estes extratos apresentam substâncias fenólicas que podem ser as responsáveis por essa atividade, visto que a presença de hidroxilas capazes de doar elétrons desencadeia a

atividade antioxidante.⁶¹ Dentro da classe dos fenólicos, pode-se destacar a capacidade antioxidante dos flavonoides que normalmente possuem hidroxilas nos carbonos 3 e 4 responsáveis por tal atividade.⁶²

O método de complexação pelo fosfomolibdênio, descrito por Prieto et al⁵⁴, é um método simples, com baixo custo e eficaz para avaliar a capacidade antioxidante total de uma mistura complexa de substâncias, como é o caso dos extratos obtidos de plantas. Este método possui a vantagem de avaliar a capacidade antioxidante tanto de componentes lipofílicos quanto de hidrofílicos.⁶⁰ A solução de fosfomolibdênio preparada no método apresenta coloração amarela e torna-se verde à medida que o fosfato de molibdênio sofre reação de redução. Dessa forma, a presença de determinadas substâncias com capacidade antioxidante reduz o complexo fosfomolibdênio.⁶³ Neste método, o poder redutor do ferro é usado para medir a capacidade antioxidante através da redução de Fe^{+3} a Fe^{+2} . Os valores encontrados para os testes de redução do DPPH e redução do fosfomolibdênio, foram promissores para a atividade antioxidante das espécies estudadas. Tais resultados vão de encontro com o teor de flavonoides apresentado neste estudo. Considerando a relevância desta classe de constituintes como antioxidante natural, é possível sugerir uma correlação entre a atividade antioxidante e o teor de flavonoides dos extratos.^{64,65}

Estudos anteriores já demonstraram o potencial

antioxidante do extrato etanólico das folhas e epicarpo de *Raphia vinifera*, que apresentaram IC₅₀ de 52,3 µg/ml e 112,6 µg/ml, respectivamente. Os autores correlacionaram tais resultados com a presença de flavonoides nos extratos.⁶⁶ Bensaada et al⁶⁷ relataram o potencial antioxidante do extrato etanólico das sementes de *Mauritia flexuosa*, em que o extrato foi capaz de inibir 90% do radical DPPH em 30 minutos, sendo esta atividade atribuída a presença de ácido ascórbico. Além disso, já foram identificados flavonoides e outros compostos fenólicos com ação antioxidante nessa espécie como ácido clorogênico, quercetina, vitexina, rutina, caempferol, mericetina cianidina-3-rutinosideo, epicatequina, catequina e narigenina.⁶⁸

A partir do ensaio de DPPH, foram selecionados os extratos que apresentaram maior potencial antioxidante para serem avaliados pelo método β-caroteno/ácido linoleico, visto que o ensaio DPPH não detecta substâncias capazes de proteger um substrato lipídico da oxidação, sendo apenas um método que avalia a transferência de elétrons entre as substâncias antioxidantes e o radical. O MFREt apresentou maior atividade antioxidante neste ensaio, seguido de MSFoEt (Tabela 3). Esses resultados condizem com as classes de substâncias que já foram identificadas nos extratos e descritas na literatura (Tabela 2), tais como fenóis e flavonoides.³⁰ Os compostos fenólicos presentes nos extratos, podem reagir com os radicais livres formados devido a peroxidação lipídica, ácido linoleico e evitar a destruição do grupo cromóforo da molécula de β-caroteno que é responsável pela coloração, desta forma, quanto maior é a atividade antioxidante, maior é a concentração de β-caroteno em solução e conseqüentemente a intensidade da coloração.⁶⁹ Este resultado ainda pode ser devido ao efeito sinérgico das substâncias fenólicas que poderia levar ao aumento da resposta antioxidante. Entretanto, pode-se observar que os extratos não apresentaram linearidade nas curvas obtidas durante as duas horas de reação, o que pode ser explicado pela interação entre as etapas da oxidação (iniciação, propagação e fase terminal) e das particularidades das substâncias presentes nos extratos.⁵⁸

Vale ressaltar que o teor de flavonoides pode justificar a atividade antioxidante encontrada, uma vez que essas substâncias podem agir no sequestro radicais livres.⁷⁰ Além disso, os extratos das espécies de Arecaceae apresentaram alta capacidade antioxidante tanto nos métodos de transferência de elétrons, bem como na proteção contra a oxidação lipídica, apresentando potencial terapêutico muito promissor. A presença de flavonoides em todas as plantas estudadas é natural, visto que se trata de uma classe ubíqua e com ampla distribuição nos órgãos vegetais, tanto vegetativos, como raízes, cascas de caules e folhas, quanto reprodutivos, como flores, frutos e sementes⁵. Além disso, é interessante a continuação do estudo químico para identificar e quantificar os flavonoides

que contém nas espécies que apresentaram atividade antioxidante e, assim, compreender melhor as propriedades biológicas dos extratos.

A atividade antimicrobiana encontrada nesse estudo foi de grande relevância, visto que segundo Holetz et al⁷¹ para que os extratos vegetais sejam considerados como fortes antimicrobianos, a CIM deve ser menor ou igual a 100 µg/mL; para os moderados o valor passa a ser de 100 a 500 µg/mL, para os considerados como fracos, a CIM deve estar entre 500 e 1000 µg/mL, já para valores acima de 1000 µg/mL, o extrato é considerado inativo. Desta forma, e considerando 125 µg/mL como uma inibição moderada, podem ser destacados os seguintes extratos com atividade antimicrobiana: BGFoEt para *E. faecalis* (CIM 125 µg/mL), MFFrEt para *E. faecalis* (CIM 125 µg/mL), SSFrEt para *E. faecalis* (CIM 125 µg/mL) e MFREt para *B. cereus* (CIM 125 µg/mL), *S. enterica* sorotipo *Typhimurium* (CIM 125 µg/mL), *A. baumannii* (CIM 125 µg/mL), *E. aerogenes* (CIM 125 µg/mL) e *S. pyogenes* (CIM 125 µg/mL). MFREt apresentou forte inibição para *K. pneumoniae* (CIM 16 µg/mL) e *E. faecalis* (CIM 8 µg/mL).

A atividade antimicrobiana apresentada pelas espécies de Arecaceae podem estar relacionadas com seus fitoconstituintes identificados nesse estudo⁷². De forma geral, flavonoides podem agir na inibição da síntese de ácidos nucleicos de microrganismos ao inibir a enzima DNA girase.⁷³ Taninos podem estar envolvidos na inativação de adesinas microbianas, enzimas e proteínas transportadoras presentes na parede celular.⁷⁴ Quinonas, por sua vez, podem inativar proteínas ao se complexarem irreversivelmente aos aminoácidos, seus prováveis alvos são as adesinas presentes na superfície de bactérias e polipeptídeos e enzimas ligadas à membrana. As quinonas também podem tornar os substratos indisponíveis aos microrganismos.⁷⁴ Cumarinas também apresentam atividade antimicrobiana, sendo que as cumarinas xanthotoxina, herniarina, umbeliferona e escopoletina são alguns exemplos que já apresentaram essa propriedade.⁷³ Saponinas possuem a capacidade de alterar a permeabilidade das paredes celulares. Elas podem ligar-se às membranas celulares e provocar alterações na morfologia da mesma que levarão à lise celular.⁷⁵ Triterpenos e alcaloides também possuem relatos na literatura de atividade antimicrobiana. Esses compostos podem inibir a enzima DNA sintetase, a síntese de macromoléculas e possuir efeito sinérgico com alguns β-lactâmicos.^{5,76,77}

Vale ressaltar que a presença de substâncias químicas já descritas nessas espécies pode explicar a atividade antimicrobiana apresentada nesse estudo.⁷⁸ Além disso, a interação entre os constituintes presentes nesses extratos, pode desencadear um efeito conhecido como sinergia química, fazendo com que a ação das substâncias juntas seja maior que a soma aritmética da ação individual dos componentes isolados.⁷⁹

M. flexuosa foi a espécie com melhor atividade

antimicrobiana e na literatura já foi relatado a ação de compostos isolados das raízes dessa espécie como ácido maurítico, ácido oleanólico e ursólico, para *E. faecalis*.^{80,79} Desta forma, nossos resultados corroboram com os dados encontrados na literatura para o extrato de *M. flexuosa*. Além disso, vários compostos fenólicos já foram identificados na espécie como ácido clorogênico, quercetina, vitexina, rutina, caempferol, mericetina cianidina-3-rutinosídeo, epicatequina, catequina e narigenina e que podem estar relacionados tanto com a atividade antioxidante quanto antimicrobiana.⁸¹

Em relação aos microrganismos testados, *Enterococcus faecalis* e *Klebsiella pneumoniae* foram a mais sensíveis aos extratos da família Areaceae. *E. faecalis* é uma bactéria responsável por mais de 90% das infecções enterocócicas possuindo resistência intrínseca a ampicilina, piperacilina e imipenem.^{82,83} Já *K. pneumoniae* está relacionada a casos de infecção hospitalar, como pneumonia, infecção urinária e septicemia. Algumas cepas são capazes de expressar um tipo de betalactamase (KPC) que confere resistência a todos os agentes betalactâmicos como cefalosporinas, penicilinas, monobactâmicos e, inclusive, a carbapenêmicos.^{84,85} Essas características de resistência tornam os resultados de MFREt ainda mais promissores.

CONCLUSÃO

Todos os extratos testados das espécies de Areaceae apresentaram atividades antioxidante e antimicrobiana, sendo que foram identificados, via prospecção fitoquímica, as classes de alcaloides, cumarinas, taninos, esteroides, triterpenos, saponinas, flavonoides e antraquinonas. Em relação a atividade antioxidante, os extratos etanólicos das folhas de *M. saccifera*, da polpa de frutos de *R. vinifera*, das sementes de *P. pulleni* e das raízes de *M. flexuosa* foram os mais ativos e apresentaram uma relação direta com o teor de flavonoides. Em relação a atividade antimicrobiana, todos os extratos apresentaram valores de CIM satisfatórios em pelo menos um microrganismo testado, sendo que o extrato etanólico das raízes de *M. flexuosa* foi o que mostrou maior atividade antimicrobiana, principalmente para *Enterococcus faecalis* e *Klebsiella pneumoniae*. Além disso, este estudo reafirma a importância de dados etnofarmacológicos na seleção de plantas para triagem de bioatividade uma vez que os resultados apresentaram uma expressiva contribuição para a identificação de atividades biológicas de extratos vegetais da flora brasileira utilizados na medicina popular.

FINANCIAMENTO

Este trabalho foi financiado por doações da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas

Gerais (número da concessão: APQ-01059-14 para Rodrigo L. Fabri). As bolsas foram concedidas pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF/Brasil) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Vinícius Antônio de Oliveira Dittrich, do Departamento de Botânica/ Universidade Federal de Juiz de Fora, pela identificação botânica das espécies.

CONFLITO DE INTERESSES

Nenhum declarado.

REFERÊNCIAS

1. Frieri M, Kumar K, Boutin A. Antibiotic resistance. J Infect Public Health. 2017; 10(4):369-78.
2. Zimmerman RA. Uso indiscriminado de antimicrobianos e resistência microbiana: hórus-sistema nacional de gestão em assistência farmacêutica [Internet]. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. 2010; 3:1-15. Available from: https://www.paho.org/bra/dmdocuments/uso_indiscriminado_antimicrobianos.pdf
3. Nascimento ED, Araújo MFF. Antimicrobial resistance in bacteria isolated from aquatic environments in Brazil: a systematic review. An Interdiscip J Appl Sci. 2014; 9(2):26.
4. Ostrosky EA, Mizumoto MK, Lima MEL, Kaneko TM, Nishikawa SO, Freitas BR. Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da Concentração Mínima Inibitória (CMI) de plantas medicinais. Rev Bras Farmacogn. 2008; 18(2):301-7.
5. Simões CMO, Schenkel EP, Mello JCP, Mentz LA, Petrovick PR. Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. 1. ed. Porto Alegre: Artemed; 2017.
6. Souza TM, Severi JA, Silva VYA, Santos E, Pietro RCLR. Bioprospecção de atividade antioxidante e antimicrobiana da casca de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Leguminosae-Mimosoidae). Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada. 2007; 28(2):221-6.
7. Ratajczak W, Rył A, Mizerski A, Walczakiewicz K, Sipak O, Laszczyńska M. Immunomodulatory potential of gut microbiome-derived short-chain fatty acids (SCFAs). Acta Biochimica Polonica. 2019; 66(1):1-12.
8. Blaser H, Dostert C, Mak TW, Brenner D. TNF and ROS crosstalk in inflammation. Trends in cell biology. 2016; 26(4):249-61.

9. Alkadi H. A review on free radicals and antioxidants. *Infectious Disorders-Drug Targets (Formerly Current Drug Targets-Infectious Disorders)*. 2020; 20(1):16-26.
10. Silva DA, Silva TMS, Lins ACS, Costa DA, Cavalcante JMS, Matias WN, Souza MFV. Constituintes químicos e atividade antioxidante de *Sida galheirensis* ULBR. *Química Nova*. 2006; 29(6):1250-4.
11. Gupta VK, Sharma SKS. Plants as natural antioxidants. *Natural Product Radiance*. 2006; 5(4):326-34.
12. Angiosperm Phylogeny Group. Angiosperm Phylogeny Group System II [Internet]. [citado em 2016 jun. 20]. Disponível em: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/welcome.html>.
13. Alves JA, Carvalho DA. A família arecaceae (palmeiras) no município de Lavras, MG. *CERNE*. 2010; 16(2):163-70.
14. Souza VC, Lorenzi H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. São Paulo: Instituto Plantarum; 2005.
15. Adin A, Weber JC, Sotelo Montes C, Vidaurre H, Vosman B, Smulders MJM. Genetic differentiation and trade among populations of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) in the Peruvian Amazon: implications for genetic resource management. *Theor Appl Genet*. 2004; 108(8):1564-73.
16. Monteiro AS. Tururi (*Manicaria saccifera* Gaerth): caracterização têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA-Brasil) [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2016.
17. Uzodimma DE. Medico-Ethnobotanical inventory of Ojii, Okigwe Imo State, South Eastern Nigeria. *I Journal of Medicinal Plants (GARJMP)*. 2013; 2(2):30-44.
18. Moraes LRB, Gutjahr E. Química de oleaginosas: valorização da biodiversidade amazônica. Belém: Ed. do Autor; 2012.
19. Boucher BJ, Mannan N. Metabolic effects of the consumption of *Areca catechu*. *Addict Biol*. 2002; 7(1):103-10.
20. Peng W, Liu Y-J, Wu N, Sun T, He X-Y, Gao Y-X et al. *Areca catechu* L. (Arecaceae): a review of its traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *J Ethnopharmacol*. 2015; 164:340-56.
21. Bales A, Peterson MJ, Ojha S, Upadhaya K, Adhikari B, Barrett B. Associations between betel nut (*Areca catechu*) and symptoms of schizophrenia among patients in Nepal: a longitudinal study. *Psychiatry Res*. 2009; 169(3):203-11.
22. Koolen HHF, Soares ER, Silva FMA, Souza AQL, Rodrigues Filho E, Souza ADL. Triterpenes and flavonoids from the roots of *Mauritia flexuosa*. *Rev Bras Farmacogn*. 2012; 22(1):189-92.
23. Koolen HHF, Silva FMA, Gozzo FC, Souza AQL, de Souza ADL. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC-ESI-MS/MS. *Food Res Int*. 2013; 51(2):467-73.
24. Rodrigues AMC, Darnet S, Silva LHM. Fatty acid profiles and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*), patawa (*Oenocarpus bataua*), tucuma (*Astrocaryum vulgare*), mari (*Poraqueiba paraensis*) and inaja (*Maximiliana maripa*) fruits. *J Braz Chem Soc*. 2010; 21(10):2000-4.
25. Silveira CS, Pessanha CM, Lourenço MCS, Neves Junior I, Menezes FS, Kaplan MAC. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. *Rev Bras Farmacogn*. 2005; 15(2):143-8.
26. Bataglion GA, Silva FMA da, Santos JM, Barcia MT, Godoy HT, Eberlin MN et al. Integrative approach using GC-MS and easy ambient sonic-spray ionization mass spectrometry (EASI-MS) for comprehensive lipid characterization of buriti (*Mauritia flexuosa*) oil. *J Braz Chem Soc*. 2014.
27. Huang P-L, Chi C-W, Liu T-Y. Effects of *Areca catechu* L. containing procyanidins on cyclooxygenase-2 expression in vitro and in vivo. *Food Chem Toxicol*. 2010; 48(1):306-13.
28. Cao M, Yuan H, Daniyal M, Yu H, Xie Q, Liu Y et al. Two new alkaloids isolated from traditional Chinese medicine Binglang the fruit of *Areca catechu*. *Fitoterapia*. 2019; 138:104276.
29. Yuan M, Ao Y, Yao N, Xie J, Zhang D, Zhang J et al. Two new flavonoids from the nuts of *Areca catechu*. *Molecules*. 2019; 24(16):2862.
30. Shen X, Chen W, Zheng Y, Lei X, Tang M, Wang H et al. Chemical composition, antibacterial and antioxidant activities of hydrosols from different parts of *Areca catechu* L. and *Cocos nucifera* L. *Ind Crops Prod*. 2017; 96:110-9.
31. Tang S-N, Zhang J, Liu D, Liu Z-W, Zhang X-Q, Ye W-C. Three new areca alkaloids from the nuts of *Areca catechu*. *J Asian Nat Prod Res*. 2017; 19(12):1155-9.
32. Melhorança Filho AL, Pereira MRR. Atividade antimicrobiana de óleos extraídos de açaí e de pupunha sobre o desenvolvimento de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*. *Biosciences Journal*. 2012; 28(4):598-603.
33. Espinosa-Pardo FA, Martinez J, Martinez-Correa HA. Extraction of bioactive compounds from peach palm pulp (*Bactris gasipaes*) using supercritical CO₂. *J Supercrit Fluids*. 2014; 93:2-6.
34. Martínez-Girón J, Rodríguez-Rodríguez X, Pinzón-Zárate LX, Ordóñez-Santos LE. Caracterización fisicoquímica

- de harina de residuos del fruto de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth, Arecaceae) obtenida por secado convectivo. *Cienc Tecnol Agropecuaria*. 2017; 18(3):599-613.
35. Collin G. The kernel-fats of some members of the Palmae: *Acrocomia sclerocarpa* Mart. (*Gru-gru* palm), *Manicaria saccifera* Gaertn., *Astrocaryum Tucuma* Mart., *Maximiliana caribaea* Griseb., *Attalea excelsa* Mart. (*Pallia* palm), and *Cocos nucifera* Linn. (coconut). *Biochem J*. 1933; 27(5):1366-72.
36. Litchfield C. Taxonomic patterns in the fat content, fatty acid composition, and triglyceride composition of Palmae seeds. *Chem Phys Lipids*. 1970; 4(1):96-103.
37. Moura MCO. Caracterização do perfil em ácidos graxos do óleo de palmeiras encontradas no estado de Roraima [Dissertação]. Boa Vista: Universidade Federal de Roraima; 2013.
38. Oliveira DM, Siqueira EP, Nunes YRF, Cota BB. Flavonoids from leaves of *Mauritia flexuosa*. *Rev Bras Farmacogn*. 2013; 23(4):614-20.
39. Vásquez C, Egurrola Z, Valera R, Sanabria ME, Colmenárez Y. Anatomía y química foliar en especies ornamentales de Arecaceae: posibles barreras a la alimentación de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). *Gayana Botánica*. 2015; 72(2):296-304.
40. Pereira-Freire JA, Barros KBNT, Lima LKF, Martins JM, Araújo YC, Silva Oliveira GL et al. Phytochemistry profile, nutritional properties and pharmacological activities of *Mauritia flexuosa*. *J Food Sci*. 2016; 81(11):R2611-22.
41. Faustino YP, Costa MS, Tintino SR, Rocha JE, Rodrigues FFG, Feitosa MSB et al. Modulation of the antibiotic activity by the *Mauritia flexuosa* (Buriti) fixed oil against methicillin-resistant *Staphylococcus Aureus* (MRSA) and other multidrug-resistant (MDR) bacterial strains. *Pathogens*. 2018; 7(4):98.
42. Speranza P, Leão KMM, Narciso Gomes TS, Reis LVC, Rodrigues AP, Alves Macedo J et al. Improving the chemical properties of Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) by enzymatic interesterification. *Grasas y Aceites*. 2018; 69(4):282.
43. Pereira-Freire JA, Oliveira GLS, Lima LKF, Ramos CLS, Arcanjo-Medeiros SR, Lima ACS et al. In vitro and ex vivo chemopreventive action of *Mauritia flexuosa* products. *Evidence-Based Complement Altern Med*. 2018; 2018:1-12.
44. Nonato CFA, Leite DOD, Pereira RC, Boligon AA, Ribeiro-Filho J, Rodrigues FFG et al. Chemical analysis and evaluation of antioxidant and antimicrobial activities of fruit fractions of *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae). *Peer J*. 2018; 6:e5991.
45. Leão KMM, Reis LVC, Speranza P, Rodrigues AP, Ribeiro APB, Macedo JA et al. Physicochemical characterization and antimicrobial activity in novel systems containing buriti oil and structured lipids nanoemulsions. *Biotechnol Reports*. 2019; 24:e00365.
46. Harbone JB, Mabry TJ, Mabry H. The flavonoids. Estados Unidos: Editora Springer Science; Business Media Dordrecht; 1975.
47. Opute FI. Mesocarp, seed and pollen lipids of *Raphia* palms. *J Sci Food Agric*. 1978; 29(2):115-20.
48. Tapondjou LA, Siems KJ, Böttger S, Melzig MF. Steroidal saponins from the mesocarp of the fruits of *Raphia farinifera* (Arecaceae) and their cytotoxic activity. *Nat Prod Commun*. 2015; 10(11):1941-4.
49. Ojo OC, Agboola SA. Evaluation of the antagonistic activity of bacteria isolated from Palm Wine (*Raphia vinifera*) on *Salmonella Typhi* from different sources. *J Adv Microbiol*. 2018; 13(1):1-9.
50. Oliveira VB, Yamada LT, Fagg CW, Brandão MGL. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. *Food Res Int*. 2012; 48(1):170-9.
51. Matos FJA. Introdução à fitoquímica experimental. 2nd. ed. Fortaleza: EUFC; 1997.
52. Miliauskas G, Venskutonis PR, Beek TA. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem*. 2004; 85(2).
53. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Sci Technol*. 1995; 28(1).
54. Prieto P, Pineda M, Aguilar M. Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E. *Anal Biochem*. 1999; 269(2).
55. Negri MLS, Possamai JC, Nakashima T. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa: *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. *Rev Bras Farmacogn*. 2009; 19(2b):553-6.
56. Zocoler AMD, Sanches ACC, Albrecht I, Mello JCP de. Antioxidant capacity of extracts and isolated compounds from *Strychnodendron obovatum* Benth. *Brazilian J Pharm Sci*. 2009; 45(3).
57. Melo MSOM, Mancini Filho J. Antioxidantes naturais do fruto do dendezeiro (*Elaeis guineensis*, Jacq). *Rev Farm Bioquim Univ São Paulo*. 1989; 25(2):147-57.
58. Duarte-Almeida JM, Santos RJ, Genovese MI, Lajolo

- FM. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema beta-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH•. *Ciência e Tecnol Aliment*. 2006; 26(2):446-52.
59. Clinical Standard Laboratory Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Twenty-Fourth Informational Supplement M100-S24. 2017.
60. Alves CQ, Brandão HN, David JM, David JP, Lima LS. Avaliação da atividade antioxidante de flavonoides. *Diálogos e Ciência – Revista da Rede Ensino FTC*. 2007; 5(12):7-8.
61. Chen J, Yang J, Ma L, Li J, Shahzad N, Kyung Kim CK. Structure-antioxidant activity relationship of methoxy, phenolic hydroxyl, and carboxylic acid groups of phenolic acids. *Scientific Reports*. 2020; 10(2611):1-9.
62. Lien EJ, Ren S, Bui H-H, Wang R. Quantitative structure-activity relationship analysis of phenolic antioxidants. *Free Radic Biol Med*. 1999; 26(3-4):285-94.
63. Balestrin L, Dias JFG, Miguel OG, Dall’Stella DSG, Miguel MD. Contribuição ao estudo fitoquímico de *Dorstenia multififormis* Miquel (Moraceae) com abordagem em atividade antioxidante. *Rev Bras Farmacogn*. 2008;18(2).
64. Orhan DD, Kúpeli E, Yesilada E, Ergun F. Anti-inflammatory and antinociceptive activity of flavonoids isolated from *Viscum album ssp. album*. *Zeitschrift für Naturforsch C*. 2006; 61(1-2):26-30.
65. Malafrente N, Pesca MS, Bisio A, Morales Escobar L, Tommasi N. New flavonoid glycosides from *Vernonia ferruginea*. *Nat Prod Commun*. 2009; 4(12):1639-42.
66. Oluyori A, Dada AO, Inyinbor A. Phytochemical analysis and antioxidant potential of *raphia hookeri* leaf and epicarp. *Oriental Journal of Chemistry*. 2018; 34(6):2742-6. DOI:10.13005/ojc/340608
67. Bensaada H, Soto-Garcia MF, Carmona-Hernandez JC. Antioxidant activity of polyphenols, from *Mauritia flexuosa* (Aguaje), based on controlled dehydration. *Molecules*. 2022; 27(10):3065. DOI: 10.3390/molecules27103065
68. Sandri DO, Xisto ALRP, Rodrigues EC, Morais EC, Barros WM. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of buriti pulp (*Mauritia Flexuosa*) collected in the city of Diamantino – MTS. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2016; 39(3):(e-864). DOI: 10.1590/0100-29452017 864.
69. Faraone I, Rai DK, Chiummiento L, Fernandez E, Choudhary A, Prinzo F, Milella L. Antioxidant Activity and Phytochemical Characterization of *Senecio clivicolus* Wedd. *Molecules*. 2018; 23(2497):1-17. DOI: 10.3390/molecules23102497.
70. D’Andrea G. Quercetin: a flavonol with multifaceted therapeutic applications? *Fitoterapia*. 2015; 106:256-71.
71. Holetz FB, Pessini GL, Sanches NR, Cortez DAG, Nakamura CV, Dias Filho BP. Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2002; 97(7):1027-31.
72. Silva RS, Miranda PHO, Amorim LC, Fernandes PHE, Amaral EVF, Veras BO, Oliveira FGS, Correia MTS, Almeida JRGS, Silva MV. Emerging source of bioactive compounds from Arecaceae family: a systematic review. 2021; 10(10):1-17.
73. Cushnie TPT, Lamb AJ. Antimicrobial activity of flavonoids. *Int J Antimicrob Agents*. 2005; 26(5):343-56.
74. Cowan MM. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev*. 1999; 12(4):564-82.
75. Godstime OC, Enwa FO, Augustina JO, Christopher EO. Mechanisms of antimicrobial actions of phytochemicals against enteric pathogens: a review. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014; 2(2):77-85.
76. Wang C-M, Chen H-T, Wu Z-Y, Jhan Y-L, Shyu C-L, Chou C-H. Antibacterial and synergistic activity of pentacyclic triterpenoids isolated from *Alstonia scholaris*. *Molecules*. 2016; 21(2):139.
77. Cushnie TPT, Cushnie B, Lamb AJ. Alkaloids: an overview of their antibacterial, antibiotic-enhancing and antivirulence activities. *Int J Antimicrob Agents*. 2014; 44(5):377-86.
78. Silva RS, Miranda PHO, Amorim LC, Fernandes PHE, Amaral EVF et al. Emerging source of bioactive compounds from Arecaceae family: a systematic review. 2021; 10(10):1-17.
79. López PVA. Bioprospección de extratos de *Croton urucurana* Baill e seus fungos endofíticos [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2010.
80. Koolen HFF, Soares ER, Silva FMA, Oliveira AA, Souza AQL et al. Mauritic acid: a new dammarane triterpene from the roots of *Mauritia flexuosa* L.f. (Arecaceae). *Natural Product Research: Formerly Natural Product Letters*. 2013; 27(22):2118-25. DOI: 10.1080/14786419.2013.793685.
81. Koolen HFF, Silva FMA, Gozzo FC, Souza AQL, Souza ADL. Antioxidant, antimicrobial activities and characterization of phenolic compounds from buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) by UPLC–ESI-MS/MS. *Food Research International*. 2013; 51:467-73.
82. Pérez MD, Martínez CR, Zhurbenko CR. Aspectos fundamentales sobre el género *Enterococcus* como patógeno de elevada importancia em la actualidad. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2010; 48(2):147-61.
83. Paradella TC, Koga-Ito CY, Jorge AOC. *Enterococcus faecalis*:

considerações clínicas e microbiológicas. Revista de Odontologia da UNESP. 2007; 36(2):163-68.

84. Seibert G, Hörner R, Meneghetti BH, Righi RA, Forno NLFD, Salla A. Nosocomial infections by *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase producing enterobacteria in a teaching hospital. Einstein. 2014; 12(3):282-6.

85. Meyer G, Picoli SU. Fenótipos de betalactamases em *Klebsiella pneumoniae* de hospital de emergência de Porto Alegre. J Bras Patol e Med Lab. 2011; 47(1):24-31.