

Prospecção fitoquímica e avaliação da atividade antiradicalar e tóxica de extratos de frutos de *Mammillaria prolifera* (Cactaceae)

Phytochemical prospecting and evaluation of antiradical and toxic activity of fruit extracts of *Mammillaria prolifera* (Cactaceae)

Prospección fitoquímica y actividad antirradicalaria y tóxica de extractos de frutos de *Mammillaria prolifera* (Cactaceae)

DOI: 10.34188/bjaerv8n1-051

Submetido: 02/12/2024

Aprovado: 15/01/2025

Odorico Santos Pereira Júnior

Graduando em Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Feira de Santana, BA. Brasil
E-mail: odoricojunior@aluno.ufrb.edu.br

Cíntia Santos da Conceição

Graduanda em Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Feira de Santana, BA. Brasil
E-mail: cintiaconceicao@aluno.ufrb.edu.br

Henrique Cesar Santos de Jesus

Graduando em Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Feira de Santana, BA. Brasil
E-mail: hennrysantos23@aluno.ufrb.edu.br

Messias Sousa Santos

Graduando em Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Feira de Santana, BA. Brasil
E-mail: messias@aluno.ufrb.edu.br

Rafaela Oliveira Ferreira

Doutora em Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)
Feira de Santana, BA. Brasil
E-mail: rafaelaoliveira@ufrb.edu.br

RESUMO

O uso de plantas com fins medicinais, alimentícios e/ou ornamentais é uma prática comum e intensamente difundida em todo o mundo. *Mammillaria prolifera*, conhecida vulgarmente como cacto de mamilo do Texas, é uma espécie frutífera de Cactaceae empregada como ornamental. Frutos e vegetais são ricos em substâncias antioxidantes, que podem prevenir ou atenuar doenças relacionadas ao estresse oxidativo quando incluídos na dieta. No intuito de fornecer maiores informações sobre *M. prolifera* realizou-se a prospecção fitoquímica, a determinação do teor de fenóis totais e flavonoides e avaliou-se as atividades antioxidante pelo ensaio do DPPH e tóxica frente a *Artemia salina* de extratos desta espécie frutífera e ornamental. A prospecção fitoquímica detectou a presença de flavonoides, taninos e saponinas na amostra. O extrato em etanol de frutos de *M. prolifera* apresentou teores de fenóis totais e flavonoides similar aos descritos para outras espécies do gênero *Mammillaria*, com valores de $1,02 \pm 0,15$ mg EAG. g^{-1} e $0,70 \pm 0,05$ mg EQ. g^{-1} de extrato, respectivamente. Observou-se atividade sequestradora frente ao radical DPPH ($\text{CE}_{50} = 1062,89 \pm 0,99$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) e moderada toxicidade ($\text{DL}_{50} = 395, 71 \pm 4,71$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) deste extrato. Os resultados sugerem que os frutos deste cacto podem ser fonte de moléculas bioativas com propriedades antioxidantes.

Palavras-chave: cactos, flavonoides, fenóis totais, antioxidantes, *Artemia salina*

ABSTRACT

The use of plants for medicinal, food and/or ornamental purposes is a common and widespread practice throughout the world. *Mammillaria prolifera*, commonly known as Texas nipple cactus, is a fruit-bearing species of Cactaceae used as an ornamental. Fruits and vegetables are rich in antioxidant substances, which can prevent or attenuate diseases related to oxidative stress when included in the diet. In order to provide more information about *M. prolifera*, phytochemical prospecting was performed, the total phenol and flavonoid content was determined, and the antioxidant activity was evaluated by the DPPH assay and the toxicity against *Artemia salina* of extracts of this fruit and ornamental species. The phytochemical prospecting detected the presence of flavonoids, tannins and saponins in the sample. The ethanol extract of *M. prolifera* fruits showed total phenol and flavonoid contents similar to those described for other species of the genus *Mammillaria*, with values of 1.02 ± 0.15 mg EAG. g^{-1} and 0.70 ± 0.05 mg EQ. g^{-1} of extract, respectively. Scavenging activity against the DPPH radical ($\text{EC}_{50} = 1062.89 \pm 0.99$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) and moderate toxicity ($\text{LD}_{50} = 395.71 \pm 4.71$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) of this extract were observed. The results suggest that the fruits of this cactus may be a source of bioactive molecules with antioxidant properties.

Keywords: cacti, flavonoids, total phenols, antioxidants, *Artemia salina*

RESUMEN

El uso de plantas con fines medicinales, alimentarios y/u ornamentales es una práctica común y extendida en todo el mundo. *Mammillaria prolifera*, comúnmente conocida como cactus pezón de Texas, es una especie frutal de Cactaceae que se utiliza como ornamental. Las frutas y verduras son ricas en sustancias antioxidantes, que pueden prevenir o mitigar enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo cuando se incluyen en la dieta. Con el fin de brindar mayor información sobre *M. prolifera*, se realizó prospección fitoquímica, se determinó el contenido de fenoles y flavonoides totales y se evaluaron las actividades antioxidantes por el DPPH y la actividad tóxica contra *Artemia salina* de extractos de esta especie frutal y ornamental. La prospección fitoquímica detectó la presencia de flavonoides, taninos y saponinas en la muestra. El extracto etanólico de frutos de *M. prolifera* presentó niveles de fenoles totales y flavonoides similares a los descritos para otras especies del género *Mammillaria*, con valores de $1,02 \pm 0,15$ mg EAG. g^{-1} y $0,70 \pm 0,05$ mg EQ. g^{-1} de extracto, respectivamente. Se observó actividad eliminadora del radical DPPH ($\text{EC}_{50} = 1062,89 \pm 0,99$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) y toxicidad moderada ($\text{LD}_{50} = 395, 71 \pm 4,71$ $\mu\text{g. mL}^{-1}$) de este extracto. Los

resultados sugieren que los frutos de este cactus pueden ser fuente de moléculas bioactivas con propiedades antioxidantes.

Palabras clave: cactus, flavonoides, fenoles totales, antioxidantes, *Artemia salina*

1 INTRODUÇÃO

A família Cactaceae engloba 100 gêneros e 1500 espécies (Barthlott; Hunt, 1993). Os cactos são nativos da América, sendo espécies vegetais abundantes em regiões semi-áridas. No Brasil, esta família é representada por 40 gêneros e 200 espécies (Souza; Lorenzi, 2005), dentre estes, 24 gêneros e 88 espécies estão situadas no Nordeste (Zappi et al. 2006). Apresentam uma variedade de usos, sendo empregadas como plantas ornamentais, na alimentação humana e animal, como medicinais, dentre outros (Ramírez-Rodrigues et al., 2020). Dentre os usos destas espécies na medicina tradicional destacam-se como analgésicos, antirreumáticos, no tratamento de úlcera estomacal e dor de ouvido, sendo empregadas para aliviar dores em geral (Lucena et al., 2013). Do ponto de vista químico, destacam-se na biossíntese de triterpenos e esteroides (Salazar; Loza-Mezía; Soto-Cabrera, 2020).

O gênero *Mammillaria* compreende cerca de 200 espécies, sendo considerado o maior gênero de Cactaceae. Estas espécies são nativas do hemisfério ocidental, especialmente no México, e empregadas como ornamentais em todo o mundo (Elansary et al., 2020). Apresentam-se como cactos pequenos, geralmente alongados ou globulares, cheio de flores. Estes cactos são reconhecidos por suas bagas planas e suculentas, sua cor vermelho brilhante é decorrente da abundância de antocianinas. Espécies de *Mammillaria* são geralmente não tóxicas e empregadas para tratar dor de ouvido, disenteria, como purgativo, pulicida e repelente de cobras (Abouseadaa et al., 2020). *Mammillaria prolifera*, vulgarmente conhecida como cacto de mamilo do Texas, é uma espécie de cacto cultivada como ornamental. Como muitos cactos, *M. prolifera* produz frutos pequenos e carnudos (Figura 01) que não são tipicamente consumidos por humanos (Ozki, 2023). Extratos aquosos de frutos de *M. prolifera* apresentaram atividade inibitória de corrosão metálica (Ozki, 2023). Apesar do uso ornamental e medicinal, estudos da bioatividade de extratos de espécies de *Mammillaria* são limitados, desta forma, o objetivo do presente estudo é contribuir para o conhecimento químico e avaliação da atividade antioxidante e tóxica de extratos provenientes de frutos de *M. prolifera* coletadas no estado da Bahia.

Figura 1. Espécime de *M. prolifera*

Fonte: Os autores (2024).

2 METODOLOGIA

2.1 MATERIAIS

Ácido ascórbico, ácido gálico, quercetina, 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH), reagente de Folin-Denis e carbonato de sódio foram adquiridos pela Merck e Vetec. Solventes P.A. foram adquiridos pela Casa Americana e Exôdo Científica.

2.2 PREPARAÇÃO DE EXTRATOS E ANÁLISE QUÍMICA

2.2.1 Preparação de extratos

M. prolifera foi coletada em jardim residencial na cidade de Uruçuca – BA. Os frutos de *M. prolifera* (10,0 g) foram triturados com auxílio de almofariz e pistilo e, posteriormente, extraídos com etanol P.A. por maceração à frio, com eventual agitação manual, por 30 minutos. O extrato obtido foi filtrado usando papel de filtro e então concentrado usando um evaporador rotativo.

2.2.2 Prospecção fitoquímica

As análises de prospecção fitoquímica foram realizados de acordo com Matos (1997), foram observadas a formação de espuma, ocorrência de reações colorimétricas e/ou de precipitação para determinar qualitativamente a presença de metabólitos bioativos. As classes de metabólitos secundários investigadas foram: taninos (cloreto férrico), saponinas (formação de espuma), triterpenos/esteroides (reação de Liebermann-Burchard), antocianinas, antocianidinas, flavonoides, chalconas e xantonas (coloração em pH 3, 8 e 11), leucoantocianidinas, catequinas e flavanonas (aquecimento e coloração em pH 3 e 11). Os resultados observados como mudança de coloração, formação de espuma e/ou precipitados, foram comparados com o controle (somente extrato).

2.2.3 Determinação do teor de fenóis totais

O método Folin-Denis modificado (Deshpande et al., 1986) foi usado para determinar o teor de fenóis totais. Resumidamente, 0,5 mL do extrato (2,0 mg mL⁻¹ em metanol) foi misturado com 8,0 mL de água destilada, 0,5 mL de reagente Folin-Denis, e após 5 min, 1 mL de uma solução saturada de carbonato de sódio (Na₂CO₃) foram adicionados. Após incubação em temperatura ambiente por 30 min, a absorbância da mistura de reação foi medida a 760 nm contra um branco de metanol usando um espectrofotômetro VIS. Uma curva padrão foi construída usando ácido gálico (0-0,022 mg mL⁻¹) como substância de referência. A média de três análises foi usada, e o conteúdo de fenóis totais foi expresso em equivalentes de ácido gálico (mg EAG. g⁻¹ de extrato).

2.2.4 Determinação de flavonoides totais

O teor de flavonoides foi determinado usando um método colorimétrico conforme descrito anteriormente (Meda et al., 2005). Resumidamente, 2,0 mL de uma solução metanólica de AlCl₃ a 2% foram adicionados ao mesmo volume de solução de extrato (2,0 mg. mL⁻¹ em metanol). Após 30 min de incubação, os valores de absorbância foram medidos a 415 nm contra um branco de metanol. Uma curva padrão foi construída usando quercetina (0-0,020 mg. mL⁻¹) como substância de referência. O teor de flavonoides foi calculado a partir da média de três análises e expresso como equivalentes de quercetina (mg EQ. g⁻¹ de extrato).

2.3 ATIVIDADE SEQUESTRADORA DO RADICAL DPPH

Atividade sequestradora do radical livre DPPH foi realizada pela metodologia descrita por Silva et al. (2006), com modificações. Adicionou-se uma alíquota de 2,7 mL de solução etanólica de DPPH (23,5 µg. mL⁻¹) a 0,3 mL de diferentes concentrações de extratos e/ou frações (100 a 1500 µg. mL⁻¹) e do padrão ácido ascórbico (0,01 a 10 µg. mL⁻¹). Após 30 minutos, as absorbâncias foram medidas a 517 nm em um espectrofotômetro VIS.

$$\%AS = 100 \times (A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}}) / A_{\text{controle}}$$

Onde Aamostra é a absorbância do radical na presença do extrato e Acontrole é a absorbância do radical na ausência da amostra (controle negativo). As análises foram efetuadas em três repetições. A eficiência antirradicalar foi obtida por análise de regressão linear no intervalo de confiança de 95% (p < 0,05). Os resultados foram expressos em CE₅₀, que representa a concentração do extrato necessária para sequestrar 50% dos radicais livres de DPPH.

2.4 AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE FRENTE AO MICROCRUSTÁCEO ARTEMIA SALINA

O ensaio foi realizado conforme metodologia desenvolvida por Meyer et al. (1982). Os ovos do microcrustáceo da espécie *Artemia salina* foram adquiridos em loja de aquarofilia. Os ovos do crustáceo foram eclodidos em água salina artificial. A solução foi mantida sob iluminação constante do recipiente e sob agitação e aeração ocasional por

48 horas. Foram preparadas as amostras nas concentrações finais de 1000 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, 500 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, 250 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, 100 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, 50 $\mu\text{L. mL}^{-1}$ e 20 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, e adicionados 10 microcrustáceos. Após 24 horas de contato dos nauplios com as amostras realizou-se a contagem dos crustáceos mortos. Os ensaios foram realizados em três repetições. Para cada concentração testada foi calculado o valor médio da mortalidade e o desvio padrão. Com esses dados foram construídas as curvas de toxicidade (Mortalidade versus Concentração do extrato) e calculados os valores de DL_{50} (dose ou concentração que provoca a morte de 50% dos animais testados).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A prospecção fitoquímica consiste numa etapa preliminar na busca de espécies vegetais com potencial para utilização farmacológica ou alimentícia, serve para detecção de metabólitos bioativos em plantas. A análise dos metabólitos secundários mostrou que o extrato etanólico de *M. prolifera* contém saponinas, taninos e flavonoides (Tabela 1). Esses resultados são consistentes com compostos relatados por Abouseada et al. (2020), que identificaram taninos em quatro espécies do gênero *Mammillaria*. Em contraste, vários triterpenos e esteroides têm sido relatados para espécies de Cactaceae (Salazar; Loza-Mejía; Soto-Cabrera, 2020) mas não foram observados no extrato etanólico de frutos de *M. prolifera*. A detecção de flavonoides é similar ao relatado em outros estudos de prospecção fitoquímica de frutos de espécies de *Mammillaria*, como nos extratos em etanol de frutos de *M. uncinata* (Aparicio-Fernández et al., 2013) e *M. geminispina* (Rodríguez-Mendoza et al., 2022).

Tabela 1. Prospecção fitoquímica do extrato etanólico de frutos de *M. prolifera*

Tipos de metabólitos secundários	Resultados
Triterpenos/esteroides	-
Saponinas	+
Taninos	+
Antocianinas e antocianidinas	-
Flavonas, flavonóis e xantonas	+
Chalconas e auronas	-
Flavanonóis	-
Leucoantocianidinas	-
Catequinas	+
Flavanonas	-

(-) Não detectado; (+) Detectado

Fonte: Elaborada pelos autores

Compostos fenólicos, incluindo flavonoides, foram detectados em frutos de diferentes espécies de Cactaceae. Os ácidos fenólicos gentísico, clorogênico, cafeico, protocatecuico, sinápico e *p*-hidroxibenzoico foram detectados e quantificados por análises de HPLC-DAD em extratos do tronco de sete espécies do gênero *Mammillaria* - *M. rhodantha*, *M. spinosissima*, *M. hahniana*, *M. crucigera*, *M. candida*, *M. albilanata*, and *M. muehlenpfordtii* (Elansary et al., 2020). Do extrato do pólen de *M. heyderi sensu lato* foram identificados 17 compostos fenólicos, predominando os derivados glicosilados dos flavonoides quercetina, kaempferol e herbacetina (Almaraz-Abarca et al., 2008). Uma nova betacianina, denominada mammillarinina, foi identificada em frutos de nove espécies de *Mammillaria*, sendo elas, *M. roseo-alba*, *M. donatii*, *M. coronata*, *M. karwinskiana*, *M. gummifera*, *M. infernillensis*, *M. centricirrha*, *M. krameri* e *M. magnimamma* (Wybraniec; Nowack-Wydra, 2007).

A presença de flavonoides nos frutos de *M. prolifera* foi detectada nos ensaios qualitativos de prospecção fitoquímica (Tabela 01), o teor de fenóis totais e flavonoides foram quantificados por técnicas espectroscópicas. O valor de teor de fenóis totais para *M. prolifera* foi de $1,02 \pm 0,15$ mg EAG. g^{-1} de extrato, dos quais 70% correspondem ao teor de flavonoides (Tabela 02). Valores similares foram descritos para o extrato de frutos de *M. uncinata* com fenóis totais de $0,921 \pm 0,07$ mg EAG. g^{-1} de extrato e flavonoides de $0,490 \pm 0,05$ mg EQ. g^{-1} de extrato, respectivamente (Aparicio-Fernandez et al., 2013). Outros extratos de frutos de espécies de *Mammillaria* também foram investigados quanto a quantificação destes compostos bioativos, como *M. spinosissima*, *M. supertexta*, *M. polythele*, *M. springlei* e *M. hahniana* apresentando valores de $16,58 \pm 0,14$ a $58,64 \pm 0,73$ mg EAG. g^{-1} para fenóis totais e de $8,55 \pm 0,01$ a $29,11 \pm 0,01$ mg EQ. g^{-1} para flavonoides (Abouseadaa et al., 2020). Já os extratos de talos e brotos de *M. herrerae* apresentaram teor de fenóis totais de $15,22 \pm 0,07$ mg EAG. g^{-1} e $15,76 \pm 0,20$ mg EAG. g^{-1} e de flavonoides de $0,41 \pm 0,03$ e $0,96 \pm 0,01$ mg ER. g^{-1} de extrato, respectivamente (Song et al., 2021). Estes dados sugerem o emprego de espécies de *Mammillaria* como fonte de compostos bioativos.

Tabela 2. Teor de fenóis totais, flavonoides e atividade antioxidante do extrato etanólico de frutos de *M. prolifera*

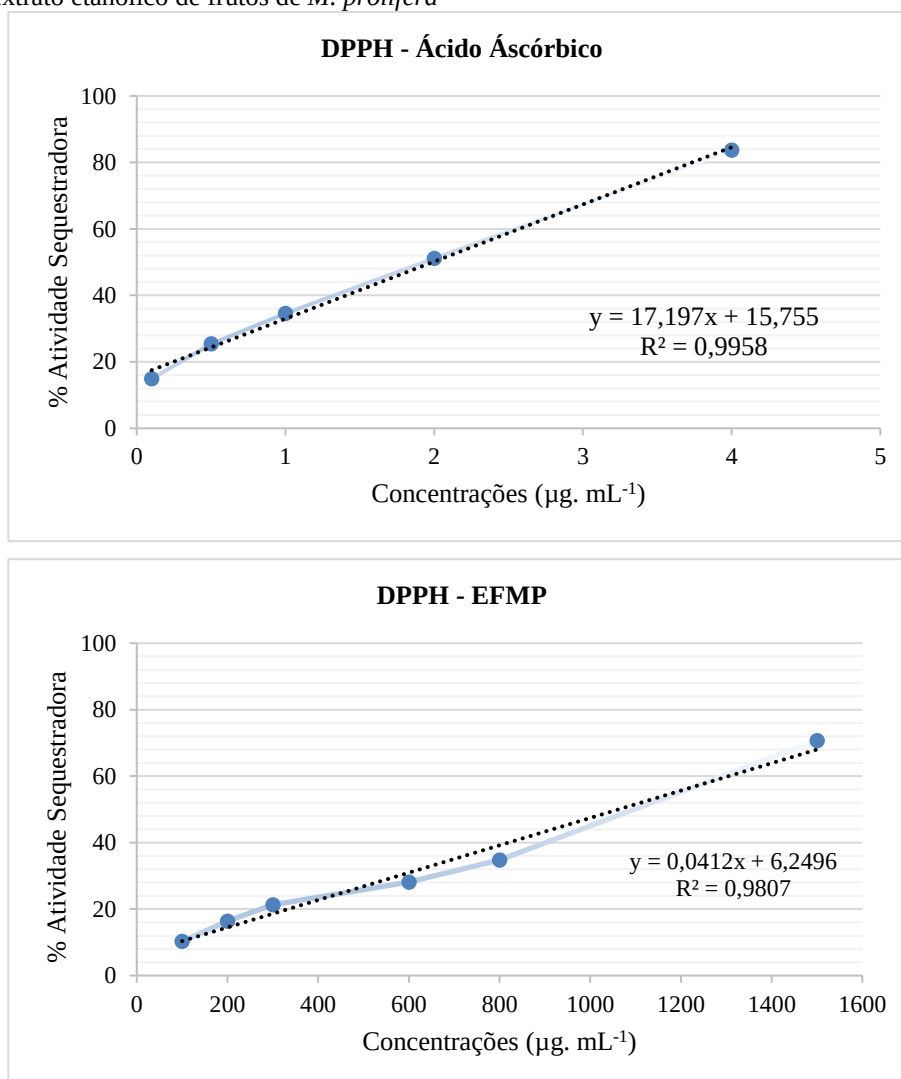
Amostras	Fenóis totais (mg EAG. g^{-1})	Flavonoides (mg EQ. g^{-1})	DPPH CE ₅₀ ($\mu g. mL^{-1}$)
EFMP	$1,02 \pm 0,15$	$0,70 \pm 0,05$	$1062,89 \pm 0,99$
Ácido ascórbico			$1,99 \pm 0,01$

Fonte: Elaborada pelos autores

Dietas ricas em substâncias capazes de captar radicais livres, como os flavonoides e ácidos fenólicos, parecem prevenir e/ou atenuar a deterioração orgânica decorrente do estresse oxidativo (Freitas et al., 2021). Embora o potencial alimentício das Cactáceas seja pouco explorado pelas comunidades locais no Brasil, estas espécies podem ser empregadas como opção na dieta como

fonte de substâncias bioativas com propriedades antioxidantes. O extrato em EtOH dos frutos de *M. prolifera* apresentou atividade sequestradora frente ao radical livre DPPH com valor de CE_{50} de $1,06 \text{ mg. mL}^{-1}$ (Figura 02, Tabela 02). Apesar de menos ativo que o padrão ácido ascórbico (CE_{50} $1,99 \text{ } \mu\text{g. mL}^{-1}$), este extrato apresentou atividade antioxidante similar ou superior ao de outras espécies deste gênero, como em relação ao extrato em EtOH de frutos de *M. geminispina* ($CE_{50} = 1,57 \text{ mg. mL}^{-1}$) e dos extratos de calos e brotos de *M. herrerae* ($IC_{50} > 3,0 \text{ mg. mL}^{-1}$, para ambos os extratos) (Song et al., 2021; Rodríguez-Mendoza et al., 2022). Outras espécies do gênero *Mammillaria* (ex. *M. spinosissima*, *M. supertexta*, *M. polythele*, *M. springlei* e *M. hahniana*) apresentaram uma baixa porcentagem de inibição frente ao radical DPPH com valores de IC_{50} entre 4,849 e $10,60 \text{ mg ET/g}$ de amostra (Abouseadaa et al., 2020).

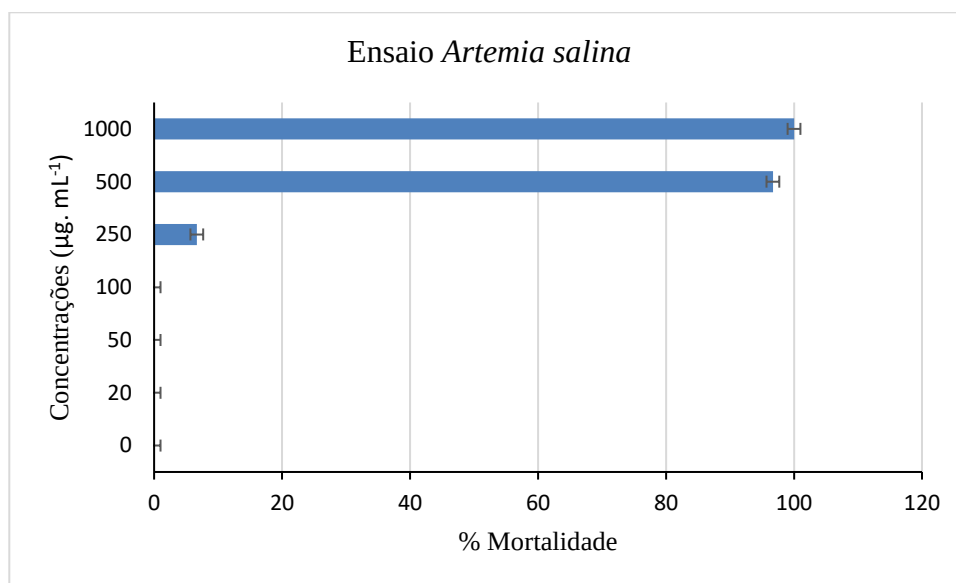
Figura 2. Porcentagem de atividade sequestradora do DPPH em relação a concentração em $\mu\text{g. mL}^{-1}$ do padrão ácido ascórbico e do extrato etanólico de frutos de *M. prolifera*



Fonte: Elaborada pelos autores

O bioensaio de letalidade com *A. salina* é empregado na avaliação da toxicidade de extratos de plantas, possibilitando a determinação da dose letal mediana DL_{50} . Este ensaio tem sido empregado rotineiramente em laboratórios de fitoquímica no biomonitoramento dos processos de isolamento e purificação de substâncias bioativas por ser de baixo custo, fácil cultivo e execução (Merino et al., 2015). O extrato em etanol dos frutos de *M. prolifera* pode ser considerado moderadamente tóxico com DL_{50} $395,71 \pm 4,71 \mu\text{g. mL}^{-1}$, considerando que sua DL_{50} apresenta valor entre 100 e $500 \mu\text{g. mL}^{-1}$ (Figura 03) (Rodríguez-Mendoza et al, 2022). Outros extratos em EtOH de frutos de espécies de Cactaceae apresentaram-se levemente tóxicos como *Hylocereus polyrhizus* e *H. undatus* com valores de DL_{50} $748,51 \mu\text{g. mL}^{-1}$ e $726,14 \mu\text{g. mL}^{-1}$, respectivamente (Nur et al., 2023). Já o extrato em EtOH dos caules de *M. geminispina* mostrou-se não tóxico com DL_{50} $1500 \mu\text{g. mL}^{-1}$ (Rodríguez-Mendoza et al, 2022). Este estudo é o primeiro relato sobre a avaliação toxicológica dos frutos de *M. prolifera*

Figura 3. Porcentagem de mortalidade de *A. salina* em relação a concentração em $\mu\text{g. mL}^{-1}$ do extrato de frutos de *M. prolifera*



Fonte: Elaborada pelos autores

4 CONCLUSÃO

A prospecção fitoquímica de extratos de frutos de *M. prolifera* detectaram a presença de metabólitos bioativos como flavonoides, taninos e saponinas, que podem contribuir para as propriedades bioativas e potencial biotecnológico da espécie. Adicionalmente, relatamos o teor de fenóis totais e flavonoides e as atividades sequestradora de radicais livres e de moderada toxicidade dos frutos desta espécie, não encontramos registros similares na literatura. Estes resultados sugerem que os frutos deste cacto podem atuar como fonte de substâncias bioativas com propriedades antioxidantes.

AGRADECIMENTOS

Ao CETENS – UFRB.

REFERÊNCIAS

- ABOUSEADAA, H. H.; ATIA, M. A.; YOUNIS, I. Y.; ISSA, M. Y.; ASHOUR, H. A.; SALEH, I.; OSMAN, G.H.; ARIF, I.A.; MOHSEN, E. Gene-targeted molecular phylogeny, phytochemical profiling, and antioxidant activity of nine species belonging to family Cactaceae. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 27, n. 6, p. 1649-1658, 2020.
- ALMARAZ-ABARCA, N.; CAMPOS, M. G.; DELGADO-AL, E. A.; AVILAREYE, J. A.; HERRERA-CO, J.; GONZALEZ-V, L. S.; NARANJO-JI, N.; FRIGERIO, C.; TOMATAS, A. F.; ALMEIDA, A. J.; VIEIRA, A.; URIBE-SOTO, J. N. Pollen flavonoid/phenolic acid composition of four species of Cactaceae and its taxonomic significance. **American Journal of Agricultural and Biological Sciences**, v. 3, n. 3, p. 534–543, 2008.
- APARICIO-FERNANDEZ, X.; LOZA-CORNEJO, S.; TORRES-BERNAL, M.G.; VELAZQUEZ-PLACENCIA, N.D. Chemical and morphological characterization of *Mammillaria uncinata* (Cactaceae) fruits. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, v. 15, p. 32–41, 2013.
- BARTHLOTT, W.; HUNT, D.R. **Cactaceae**. In: The families and genera of vascular plants (KUBITZKI, K. ed.). Berlin: Springer-Verlag, 1993.
- DESHPANDE, S. S.; CHERYAN, M.; SALUNKHE, D. K.; LUH, B. S. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 401-449, 1986.
- ELANSARY, H.O.; SZOPA, A.; KLIMEK-SZCZYKUTOWICZ, M.; JAFERNIK, K.; EKIERT, H.; MAHMOUD, E. A.; BARAKAT, A.A.; ELANSARY, D.O. *Mammillaria* species—Polyphenols studies and anti-cancer, anti-oxidant, and anti-bacterial activities. **Molecules**, v. 25, n. 1, p. 131, 2020.
- FREITAS, C. P.; BILIBIO, D.; SANTOS, L. F.; BOTTON, N. Y.; DOS SANTOS, L. R. Atividade antioxidante da Própolis de Abelhas Jataí. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 989–996, 2021.
- LUCENA, C.M.; LUCENA, R.F.P.; COSTA, G.M.; CARVALHO, T.K.N.; DA SILVA COSTA, G.G.; ALVES, R.R.N.; PEREIRA, D.D.; RIBEIRO, J.E.S.; ALVES, C.A.B.; QUIRINO, Z.G.M.; NUNES, E.N. Use and knowledge of Cactaceae in Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, n. 1, p. 62, 2013.
- MATOS, F.J.A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: Edições UFC, 1997.
- MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571-577, 2005.
- MERINO, F. J. Z.; OLIVEIRA, V. B.; PAULA, C. S.; CANSIAN, F. C.; SOUZA, A. M.; ZUCHETTO, M.; HIROTA, B. C. K.; DUARTE, A. F. S.; KULIK, J. D.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina*. **Revista Brasileira De Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1031–1040, 2015.

MEYER, B.N.; FERRIGNI, N.R.; PUTNAM, J.E.; JACOBSEN, L.B.; NICHOLS, D.E.; MCLAUGHLIN, J.L. *Brine shrimp*: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta Medica**, v. 45, n. 5, p. 31-34, 1982.

NUR, M.A.; UDDIN, M.R.; UDDIN, M.J.; SATTER, M.A.; AMIN, M.Z. Physiochemical and nutritional analysis of the two species of dragon fruits (*Hylocereus* sp.) cultivated in Bangladesh. **South African Journal of Botany**, v. 155, p. 103–109, 2023.

ÖZKIR, D. Insight into anti-corrosion effect of *Mammillaria prolifera* fruit extract as a green inhibitor for mild steel in HCl solution. **Eurasian Journal of Science Engineering and Technology**, v. 4, n. 2, p. 71-77, 2023.

RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, Y.; MARTÍNEZ-HUELAMO, M.; PEDRAZA-CHAVERRI, J.; RAMÍREZ, V.; MARTÍNEZ-TAGUENA, N.; TRUJILLO, J. Ethnobotanical, nutritional and medicinal properties of Mexican drylands Cactaceae Fruits: recent findings and research opportunities. **Food Chemistry**, v. 312, p. 126073, 2020.

RODRÍGUEZ-MENDOZA, C. A.; GONZÁLEZ CAMPOS, R. E.; LORENZO-LEAL, A. C.; BAUTISTA RODRÍGUEZ, E.; PAREDES JUÁREZ, G. A.; EL KASSIS, E. G.; HERNÁNDEZ, L. R.; JUÁREZ, Z. N.; BACH, H. Phytochemical Screening and Bioactivities of Cactaceae Family Members Endemic to Mexico. **Plants**, v. 11, n. 21, p. 2856, 2022.

SALAZAR, J. R.; LOZA-MEJÍA, M. A.; SOTO-CABRERA, D. Chemistry, biological activities and in silico bioprospection of sterols and triterpenes from Mexican columnar cactaceae. **Molecules**, v. 25, n. 7, p. 1649, 2020.

SILVA, T. M. S.; CAMARA, C. A.; LINS, A. C. S.; BARBOSA, J. M.; SILVA, E. M. S.; FREITAS, B. M.; SANTOS, F. A. R. Chemical composition and free radical scavenging activity of pollen loads from stingless bee *Melipona subnitida* Ducke. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 507-511, 2006.

SONG, K.; KANG, H.; AK, G.; ZENGINC, G.; CZIAKY, Z.; JEKO, J.; KIM, D.H.; LEE, O.N.; SIVANESAN I. Micropropagation, phytochemistry and biological activity of the critically endangered *Mammillaria herrerae* Werdermann. **South African Journal of Botany**, v. 143, p. 312–332, 2021.

SOUZA, V. C.; LORENZI, C. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II (2005)**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.

WYBRANIEC, S.; NOWAK-WYDRA, B. Mammillarinin: a new malonylated betacyanin from fruits of *Mammillaria*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 20, p. 8138-8143, 2007.

ZAPPI, D.; ROCHA, E.A.; TAYLOR, N. **Cactaceae**. In: Checklist das Plantas do Nordeste Brasileiro: Angiospermas e Gymnospermas (BARBOSA, M.R.V. ed.). Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia, 2006.