

Atividade antioxidante, caracterização físico-química e estudo da bioatividade do óleo fixo de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae) contra agentes patogênicos fúngicos

Antioxidant activity, Physicochemical characterization and study of the bioactivity of fixed oil of *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae) against fungal pathogens

Actividad antioxidante, caracterización fisicoquímica y estudio de la bioactividad del aceite fijo de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae) contra patógenos fúngicos

Recebido: 13/05/2022 | Revisado: 21/05/2022 | Aceito: 22/05/2022 | Publicado: 28/05/2022

Eugênio Santana Viana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1577-4626>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: geniourpe@gmail.com

João Victor de Oliveira Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0132-6187>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: jv-bio@hotmail.com

Irivânia Fidelis da Silva Aguiar

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0070-7770>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: irivania.aguiar@ufpe.br

Francisco Henrique Santana da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1264-5597>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: fh96986778@gmail.com

Roger Luis da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1747-8468>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: rogerluis012@gmail.com

Larissa Gomes de Arruda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2535-7244>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: larissagarruda@ufpe.br

Maisa Fernanda dos Santos Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2698-5800>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: maisa.santosbarbosa@ufpe.br

Bartira Victoria Dantas da Rocha Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3451-6043>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: bartirarochoa@hotmail.com

Luci claudio Cassimiro de Amorim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6991-5060>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: Luci claudioamorim@hotmail.com

Paloma Maria da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4890-1310>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: maria-paloma93@hotmail.com

Marcia Vanusa da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2221-5059>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: marcia.vanusa@ufpe.br

Resumo

Este trabalho avaliou as propriedades antioxidantes, o perfil Físico-químico, o perfil dos ácidos graxos e a atividade antifúngica do óleo fixo da espécie vegetal *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae). Esta planta é popularmente conhecida no Brasil como babaçu, baguaçu, coco de-macaco e, na língua tupi, uauaçu e apresenta uma enorme versatilidade quanto ao seu uso. Diferentes ensaios metodológicos foram empregados com a finalidade de caracterizar o

perfil químico, físico-químico, antioxidante e antifúngico dessa espécie, onde os resultados se mostraram promissores, uma vez que a composição majoritária do óleo foi de Ácido Láurico, apresentando um total de 42,13%. Além disso, a atividade antioxidante demonstrou que, frente ao ácido gálico, o óleo apresentou capacidade antioxidante total de 733,5. A caracterização físico-química evidenciou aspectos relevantes, necessários para futuras incorporações e testes de estabilidade do óleo, como índice de acidez, índice de refração, índice de peróxido e viscosidade. Por fim, o óleo fixo apresentou atividade antifúngica relevante para todas as cepas fúngicas testadas, apresentando MIC de 3,1 mg/ml para *Candida albicans*, 6,3 µl/ml para *Candida parapsilosis* e 25,0 mg/ml do óleo da *A. speciosa* para *Candida glabrata*.

Palavras-chave: Caatinga; Etnobotânica; Etnofarmacologia.

Abstract

This work evaluated the antioxidant properties, physicochemical profile, fatty acid profile and antifungal activity of the fixed oil of the plant species *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae). This plant is popularly known in Brazil as babaçu, baguaçu, coco de-macaco and, in the Tupi language, uauaçu and presents an enormous versatility regarding its use. Different methodological tests were employed in order to characterize the chemical, physicochemical, antioxidant and antifungal profile of this species, where the results were promising, since the majority composition of the oil was lauric acid, presenting a total of 42.13%. In addition, the antioxidant activity showed that, against gallic acid, the oil presented a total antioxidant capacity of 733.5. The physical-chemical characterization showed relevant aspects, necessary for future incorporation and stability tests of the oil, such as acidity index, refraction index, peroxide index and viscosity. Finally, the fixed oil showed relevant antifungal activity for all fungal strains tested, presenting MIC of 3.1 mg/ml for *Candida albicans*, 6.3 µl/ml for *Candida parapsilosis* and 25.0 mg/ml of *A. speciosa* oil for *Candida glabrata*.

Keywords: Caatinga; Ethnobotany; Ethnopharmacology.

Resumen

Este trabajo evaluó las propiedades antioxidantes, el perfil fisicoquímico, el perfil de ácidos grasos y la actividad antifúngica del aceite fijo de la especie vegetal *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae). Esta planta se conoce popularmente en Brasil como babaçu, baguaçu, coco de-macaco y, en lengua tupí, uauaçu y presenta una enorme versatilidad en cuanto a su uso. Se emplearon diferentes pruebas metodológicas para caracterizar el perfil químico, fisicoquímico, antioxidante y antifúngico de esta especie, donde los resultados fueron prometedores, ya que la composición mayoritaria del aceite fue el ácido láurico, presentando un total de 42,13%. Además, la actividad antioxidante mostró que, frente al ácido gálico, el aceite mostró una capacidad antioxidante total de 733,5. La caracterización físico-química mostró aspectos relevantes, necesarios para futuras pruebas de incorporación y estabilidad del aceite, como el índice de acidez, el índice de refracción, el índice de peróxido y la viscosidad. Finalmente, el aceite fijado mostró una actividad antifúngica relevante para todas las cepas fúngicas ensayadas, con una CIM de 3,1 mg/ml para *Candida albicans*, 6,3 µl/ml para *Candida parapsilosis* y 25,0 mg/ml de aceite de *A. speciosa* para *Candida glabrata*.

Palabras clave: Caatinga; Etnobotánica; Etnofarmacología.

1. Introdução

Rico em biodiversidade, o domínio fitogeográfico da Caatinga ocupa uma área de cerca de 900.000 km², representando quase 54% do nordeste brasileiro, bem como 11% do território do país (Vasconcelos et al., 2017). Engloba os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais. Esse bioma abriga uma fauna extensa, compreendendo 178 espécies de mamíferos, 591 de aves, 177 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 abelhas (Hauff et al., 2010; Magdalena et al., 2019). Além disso, destaca-se a diversidade da flora, que é rica em espécies endêmicas com enorme potencial medicinal, apresentando espécies que possuem constituintes metabólicos capazes de interferir no crescimento de microrganismos patogênicos, o que vem despertando o interesse científico (Mesquita et al., 2017).

Dentre as famílias vegetais pertencentes a este Bioma, destaca-se a família Arecaceae, que ocupa um lugar importante na composição da flora e da paisagem de diferentes estados do Nordeste do Brasil (Brasil, 2011). há registro de 18 espécies de palmeiras, algumas delas restritas ao Nordeste brasileiro, como a *Attalea speciosa*, popularmente conhecida com babaçu, amplamente utilizada na indústria cosmética e alimentícia (Fernandes, L. C. B., & Da Silva, C. S., 2022; Melo et al., 2019).

No entanto, o uso medicinal é pouco valorizado, onde o mesocarpo é a parte mais utilizada para tratar problemas gastrointestinais, hepatite, osteoporose e micoses (Araújo et al., 2016). A extração do óleo do babaçu feita por diversas

indústrias para produção de biocombustíveis (Ragit et al., 2022), dá origem ao óleo refinado bastante recomendado para o tratamento de hemorroidas, infecções cutâneas e diversos processos inflamatórios, já o subproduto, proveniente dessa, é uma das substâncias mais indicadas para o tratamento de vermes, leucorréia e constipação (Onile et al., 2016; Araújo et al., 2016).

Souza et al., (2010) e Araújo et al., (2016) relataram resultados semelhantes quanto ao uso e obtenção desse resíduo, porém há indicações feitas pela população de Quebra- nozes (Maranhão) para uso tópico da “borra” no tratamento de feridas, relatando um efeito cicatrizante resultante do alto teor de fosfolipídios presentes nesse subproduto a partir de análises feitas que reforçam esta substância como um agente de cicatrização (Souza et al., 2010). Além disso, segundo Reis et al., 2017 o óleo apresenta ação analgésica, antimicrobiana (Barroqueiro et al., 2016) e antitumoral.

A utilização desta espécie como fonte de renda é observada em muitas das regiões onde representantes desta família estão presentes como espécies nativas, onde diversos produtos são obtidos dos diferentes órgãos das palmeiras (de Lima Rufino et al., 2008). O uso de plantas medicinais na terapêutica popular tem origem e influência principalmente das culturas indígena, africana, europeia e asiática (de Almeida, 2011). Além disso, o Nordeste brasileiro é uma das principais regiões onde pode-se encontrar espécies com potencial medicinal e que são utilizadas para o tratamento de diversas enfermidades, sendo a Caatinga um importante polo de produtos bioativos (Malafaia et al., 2018).

O uso terapêutico de partes das plantas medicinais está intimamente relacionado com a capacidade da produção de substâncias bioativas que essas espécies apresentam (Souza et al., 2008), sendo a composição de ácidos graxos um indicativo do potencial bioativo que a espécie pode apresentar (Gouveia et al., 2019). Diante do notório potencial dos óleos vegetais, associado a importância da disponibilidade do produto de forma segura e sustentável, este artigo analisou o perfil de ácidos graxos, caracterizou e avaliou as atividades antioxidantes e antifúngica do óleo da Semente da espécie *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng (Arecaceae).

2. Metodologia

2.1 Químicos e reagentes

Ácido acético (Sigma-Aldrich), ácido sulfúrico (Sigma-Aldrich), clorofórmio (Sigma-Aldrich), Dimethyl sulfoxide (Sigma-Aldrich), fosfato de sódio (Sigma-Aldrich), Hexano p.a. (SigmaAldrich), Metanol p.a. (Sigma-Aldrich), padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), 2,2- difenil1- picrilhidrazilo (Sigma-Aldrich), molibdato de amônio (Sigma-Aldrich).

2.2 Extração do Óleo fixo

Os frutos de babaçu foram coletados em uma palmeira em Araripe, no estado do Ceará (Brasil), em julho de 2013. A autenticação botânica foi realizada por Olívia O. Cano, e um espécime foi depositado no Herbário do Instituto Agrônomo de Pernambuco. sob o número 90.472. Para obtenção do óleo fixo as sementes de *A. speciosa* passaram pelo processo de prensagem mecânica, para remoção de partículas solidas os óleos foram filtrados e centrifugado por 5 minutos a 4000 rpm.

2.3 Transesterificação do óleo vegetal

Ao óleo (25 mg) foi adicionado 500 µL de uma solução metanólica de KOH (0,5 M) e agitado sob vórtex por 2 minutos. Logo após, foi adicionado ao sistema 2 mL de n-hexano P.A. e agitado novamente por 2 minutos. Em seguida, amostra foi centrifugada a 4500 rpm por 6 minutos a temperatura ambiente (25°C). A partir do sobrenadante foi retirado aproximadamente 1,5 mL e filtrado com membrana de 0.22 µm. As amostras foram acondicionadas em freezer (20°C) e posteriormente analisadas em cromatografia gasosa (GC-FID).

2.4 Condições cromatográficas (GC-FID)

A porcentagem de área dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foi avaliada por GC-FID analítico (Agilent Technology 7890). Utilizou-se coluna capilar DB-5ms (30 m length × 250 μm diameter × 0.25 μm) com injeção em modo splitless com temperatura de 300°C e forno com temperatura inicial de 150 °C, com rampa de 4°C/min até atingir 280 °C, mantendo por 5 min. O gás de arraste foi mantido a fluxo constante de 1 mL/min, injetou-se o volume de 1 μL, e temperatura do detector 300 °C. Para a identificação dos ácidos graxos, foram comparados os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área (%).

2.5. Análises Físico-químicas

Todas as análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz Instituto and Lutz em consonância com American Oil Chemists' Society (AOCS) American et al. (1995)

2.4.1 Índice de Acidez

Foram coletados 2 g da amostra do óleo em recipientes erlenmeyer de 125 mL, que foram, então, solubilizadas em 25 mL de uma mistura de éter:álcool (2:1) e tituladas com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M, utilizando a fenolftaleína como indicador. A solução foi titulada até o aparecimento da cor rósea permanente por 30 segundos. Uma prova em branco nas mesmas condições também foi preparada. O resultado foi expresso em índice de acidez, e também em acidez em ácido oleico (IA) através da seguinte equação:

$$Acidez = \frac{(V \times (M \times F) \times 282)}{P} \div 100$$

2.4.2 Índice de Peróxido

Foram pesados 5 g de óleo em recipientes erlenmeyer de 250 mL, e adicionados a cada um 30 mL da solução de ácido acético-clorofórmio 3:2, agitando. Após a dissolução da amostra, foram adicionados 0,5 mL da solução saturada de KI, permanecendo em repouso por cerca de 1 minuto. Foram acrescentados, então, 30 mL de água destilada e a amostra foi titulada com solução de tiosulfato de sódio 0,1 N, até o desaparecimento da cor amarela. Uma prova em branco nas mesmas condições também foi preparada. Para o cálculo do índice de peróxidos (IP) foi usada a seguinte equação:

$$PI = \frac{(Va - Vb) \times Fc \times 0,01}{Ma} \times 100$$

2.4.3 Índice de Refração

Em refratômetro de bancada adicionou-se 1mL do óleo fixo previamente aquecido a 40°C. A leitura foi realizada através do ajuste visual utilizando iluminação artificial. Todas as análises foram realizadas em duplicata sendo os métodos físico químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz.

2.4.4 Viscosidade

A viscosidade foi determinada segundo método do British Standard Institution (BSI). A amostra foi fundida em banho a 45°C e transferida para viscosímetro de Ostwald-Fensk (n° 100). Para a determinação da viscosidade, o viscosímetro foi colocado em banho a 60°C e aguardado 10 minutos para a estabilização da temperatura.

2.5 Atividades Antioxidantes

2.5.1 Atividade antioxidante pelo sequestro do radical DPPH

Foi realizada de acordo com BLOIS (1958). 5 mg foi diluído em 1ml de solução diluente (tween 80 e DMSO à 0,1%). 40 µl da solução foi adicionada à 250 µl de DPPH (1 mM). Como controle negativo foi utilizado 40 µl da solução diluente. Após 30 min foi efetuada a leitura em espectrofotômetro UV a 517 nm. A porcentagem de sequestro de H⁺ foi determinada através da fórmula:

$$AA = \frac{(100 - (ABS. AMOSTRA - ABS. BRANCO))}{(ABS. CONTROLE)} \times 100$$

2.5.2 Capacidade Antioxidante Total

A Capacidade Total de Antioxidante foi determinada pelo método do fosfomolibdênio Prieto et al. (1999); Um volume de 100 µl de soluções de amostra (5 mg/mL) foi adicionado a 1 mL de solução reagente (ácido sulfúrico 600 mM, fosfato de sódio 28 mM e molibdato de amônio 4 mM). Os tubos foram incubados a 95° C durante 90 min e depois a absorvância foi medida a 695 nm contra o branco. Utilizou-se ácido ascórbico (AA), quercetina (Q) e ácido gálico (AG) como referência e a Capacidade Antioxidante Total (CAT) foi expressa por equivalência. Todos os ensaios foram realizados em triplicata. O CAT (%) foi calculado utilizando a seguinte fórmula:

$$TAC = \frac{(ABS. AMOSTRA - ABS. BRANCO)}{(ABS. AA - ABS. BRANCO)} \times 100$$

2.6 Ensaios microbiológicos

2.6.1 Material biológico e condições de cultivo

Os isolados clínicos de *Candida albicans* (URM5852), *Candida glabrata* (URM5654) e *Candida parapsilosis* (URM6557) foram cedidas pela micoteca do departamento de micologia – Universidade Federal de Pernambuco. As leveduras foram crescidas em meio de cultura Ágar Dextrose Sabouraud a 35°C durante 24h para as espécies.

2.6.2 Concentração Mínima Inibitória

Foi retirado um inóculo das culturas e suspensos em 5,0 ml de solução salina estéril a 0,085% e colocadas em Vortex por 15 segundos. A densidade celular foi ajustada por espectrofotômetro acrescentando de solução salina suficiente para obter a transmitância (80-90) equivalente de uma solução-padrão da escala de McFarland 0,5 em comprimento de onda de 530nm. A suspensão para os testes foi obtida fazendo-se uma diluição 1/100 em salina seguida de uma diluição de 1/20 em meio de cultura Dextrose Sabouraud. Os testes foram realizados segundo CLSI, 2018 com modificações. Foram pipetados 50 µg do óleo e solubilizados em 1 mL uma solução à 0,01 % de DMSO e tween 80. Placas de 96 poços de fundo chato foram previamente preenchidas com 100µl de meio Dextrose Sabouraud. Após isso, 100µl dos óleos solubilizados foram adicionados e então homogeneizado e retirado que uma diluição seriada, 100µl da suspensão de células de leveduras foi adicionado a todos os poços. Ao final as concentrações das drogas foram reduzidas novamente pela metade de modo que o 1º poço tenha uma concentração de 25 mg/ml. As placas foram incubadas a 35°C por 48h. a determinação da viabilidade celular foi avaliada leitura de densidade ótica no ELISA, de acordo com a CLSI (2018).

2.7 Análise estatística

Todos os ensaios foram realizados em triplicado e expresso em média e desvio. As análises estatísticas foram realizadas por análise de variância unidirecional (ANOVA). Todas as análises foram realizadas no GraphPrism, versão 7. As diferenças foram consideradas significativas com $p < 0,05$.

3. Resultados e Discussão

3.1 Perfil de Ácidos Graxos

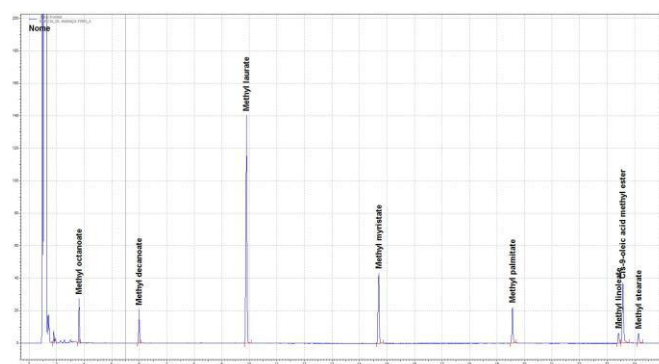
A determinação dos tipos de ácidos graxos presentes (Figura 1) é de fundamental importância para o conhecimento da qualidade dos óleos, assim como adequação nutricional dos compostos existentes (Machado et al., 2015). Os resultados obtidos para o perfil de ácidos graxos (Tabela 1) relatam a presença de 8 tipos de ácidos graxos na composição das sementes, com a predominância do ácido láurico (C12:0), corroborando os resultados colhido por Pereira (2008). Foi observada a predominância de ácidos graxos saturados de cadeia média, sendo os ácidos láurico (42.13%) e oleico (19.00%) os majoritários.

Tabela 1 - Perfil de ácidos graxos da *Attalea speciosa*.

Ácido Graxo	Média ± DP
Ácido Octanóico (C8:0)	3.80 ± 0.03
Ácido Decanóico (C10:0)	4.37 ± 0.03
Ácido Láurico (C12:0)	42.13 ± 0.37
Ácido Mirístico (C14:0)	15.10 ± 0.14
Ácido Palmítico (C16:0)	9.06 ± 0.01
Ácido Esteárico (C18:0)	2.74 ± 0.03
Ácido Araquídico (C20:0)	Nd
Ácido Palmitoleico (C16:1)	Nd
Ácido Oleico (C18:1)	19.00 ± 0.33
Ácido Linoleico (C18:2)	3.80 ± 0.21
Ácido Linolênico (C18:3)	Nd
Ácido Eicosenóico (C20:1)	Nd

±DP = Desvio padrão; Média = cálculo médio de 3 amostras (n=3); Os ácidos graxos foram identificados segundo padrão externo (FAME Supelco™ mix C4C24, Bellefonte, PA, USA) e seu percentual (%) calculado conforme normalização das áreas dos picos, nd = não detectado. Fonte: Autores.

Figura 1 - Corrida cromatográfica do óleo fixo esterificado da *Attalea speciosa*.



Fonte: Autores.

3.2 Análises Físico-químicas

A acidez dos óleos é uma consequência da hidrólise enzimática que ocorre na semente ou no fruto em condições de alta umidade. Os valores obtidos para o índice de acidez das amostras são apresentados na Tabela 2, exibindo 1,53 % para *A. speciosa*. Estudos realizados por Gouveia et al. (2019) com as sementes da *Syagrus oleracea*, espécie de mesma família da *A. speciosa*, revelaram índices de acidez em torno de 0,828% tornando-se inferior aos resultados colhidos no presente estudo. Em outros estudos realizados por da Luz Costa et al. (2015) com *Orbignyia phalerata* que é sinônimo da espécie *A. speciosa*, revelou um índice de acidez de 0,0307, contudo, de acordo com Rossel (1993) os índices de refração da *A. speciosa* variam entre os valores de 1,448 até 1,455, confirmando os resultados de 1,458 dentro do valor estipulado para a espécie.

Tabela 2 – Caracterização físico-química do óleo de *Attalea speciosa*.

Parâmetros	Média ± DP
Acidez total	1,53 ± 0,2
Peroxidação	0,458 ± 0,005
Refração	1,458 ± 0,1
Viscosidade	20,6 ± 0,004

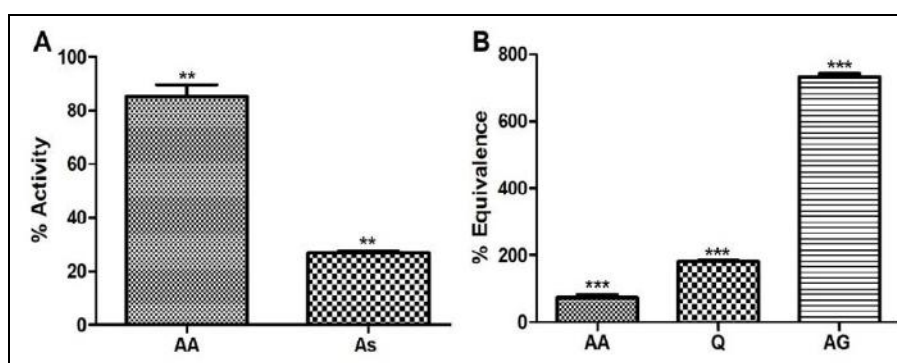
Fonte: Autores.

O índice de peróxido determina a capacidade das substâncias de oxidarem o iodeto de potássio a iodo, consideradas como sendo peróxidos ou produtos similares provenientes da oxidação das gorduras. Os peróxidos são produtos primários da oxidação de lipídeos (Rossel, 1993). *A. speciosa* revelou possuir um maior valor 0,458 para o Índice de Peróxido. O índice de refração observado foi de 1,458.

3.3 Ensaio antioxidantes

Com o intuito de avaliar a capacidade da atividade antioxidante total (CAT) do óleo da *A. speciosa*, foi seguida a metodologia do Fosfomolibdênio, utilizando ácido ascórbico (AA), quercetina (Q) e ácido gálico (AG) como produtos de controle positivo, devido às suas atividades antioxidantes comprovadas (Figura 2).

Figura 2 - DPPH (A) e CAT (B) de *Attalea speciosa*.



Fonte: Autores.

O óleo da semente de babaçu apresentou efeitos antioxidantes. No teste feito pelo radical DPPH, ele apresentou $26,98 \pm 0,1$ e o padrão ácido ascórbico exibiu um percentual de $85,57\% \pm 0,56$ de inibição, sendo ambos testados na concentração de $5000\mu\text{g/ml}$. Embora o percentual de inibição do radical DPPH tenha sido menor no óleo do que o do ácido ascórbico é importante ressaltar que este último trata-se de um componente isolado, enquanto o óleo trata-se de uma mistura de componentes. Portanto, é possível que o componente do óleo responsável por esta atividade (ou os componentes), possua um potencial equiparado ou até mesmo melhor que o padrão, quando testado isoladamente. Já nos valores obtidos do teste da Capacidade Antioxidante Total (CAT), do óleo, *A. speciosa* registrou o maior efeito antioxidante em relação ao padrão ácido gálico, exibindo o valor de $733,5 \pm 0,3$.

Alguns estudos que analisaram a composição e a capacidade antioxidante do babaçu revelaram alterações significativas quando diferentes métodos de extração são aplicados (Bauer et al., 2019; Maniglia and Tapia-Blácido, 2016; Silva and Conceição, 2017). Silva et al. (2017) também investigaram a capacidade antioxidante de *A. speciosa*. Eles utilizaram testaram o extrato e suas frações através de 3 ensaios, DPPH, ABTS e FRAP. O produto que exibiu a maior atividade entre as amostras analisadas pelo ensaio DPPH foi o EAF ($\text{IC}_{50} = 3,38 \mu\text{g/mL}$), que foi estatisticamente semelhante ao obtido para os padrões Trolox e Catequina.

Em outro estudo, realizado por Silva et al. (2005), foram testados os extratos alcoolicos várias partes da planta. O extrato do epicarpo e mesocarpo dos frutos (OSM) apresentou uma excelente capacidade, sendo apontado pelos autores como um dos nove extratos que mais se destacaram no estudo. Todos os extratos que apresentaram um $\text{IC}_{50} < 60 \mu\text{g/mL}$ foram considerados promissores. O OSM apresentou um IC_{50} de $27,0 \pm 0,2 \mu\text{g/mL}$, enquanto o extrato das folhas (OSL) teve um IC_{50} de $895,9 \pm 2,3$, o extrato das flores (OSF) apresentou um $\text{IC}_{50} = 427,4 \pm 1,8$ de e o do endocarpo dos frutos (OSEN) foi $4104,3 \pm 6,7 \mu\text{g/mL}$. Essa diferença na atividade provavelmente se deve à composição dos metabólitos, que deve ser diferente nos diferentes órgãos da planta, embora não tenha sido realizado um screening fitoquímico dos extratos no estudo em questão.

A melhor atividade que encontramos no teste de CAT do que no teste do radical DPPH é explicada pela diferença nos mecanismos envolvidos em ambos os testes. O ensaio do DPPH é baseado em uma atividade de eliminação, num sistema onde o composto possui a propriedade antioxidante por sua capacidade de doar íons de hidrogênio. Mas esta não é a única forma de um composto evitar a oxidação, alguns compostos não são capazes de eliminar o radical DPPH, mas conseguem evitar o dano oxidativo por serem preferencialmente oxidados pelos radicais de ataque e evitam a oxidação de compostos adjacentes. Este é o caso de muitos ácidos graxos, que por estarem disponíveis nos locais de ataque dos radicais, são oxidados e impedem a peroxidação lipídica da gordura adjacente, como os ácidos graxos da membrana celular (DAS, 1987). Isto foi demonstrado por Silva et al. (2005) com os extratos do mesocarpo das frutas de *M. vinifera* e do epicarpo de frutos de *Syagrus oleracea*.

3.4 Concentração Inibitória Mínima (CIM)

Na tabela 3, está relatada a atividade antifúngica do *A. speciosa* frente a 3 linhagens de *Cândida*, para inibir pouca mais de 50% da viabilidade celular de *Cândida glabrata* (URM5654) foram necessárias $25,0 \text{ mg/ml}$ do óleo do *A. speciosa*, que exibiu uma Concentração Inibitória Mínima menor quando comparado às concentrações necessárias para as outras espécies de *Cândida*.

A Concentração Inibitória Mínima para a linhagens de *Cândida albicans* (URM5852) foi de $3,1 \text{ mg/ml}$, quanto que para inibir 50% da *C. parapsilosis* (URM6557), foram necessários $6,3 \text{ mg/ml}$ do óleo de *A. speciosa*.

Tabela 3 – Concentração Inibitória Mínima da *Attalea speciosa* frente *Candida* spp.

Produto		<i>C. albicans</i> (URM5852)	<i>C. glabrata</i> (URM5654)	<i>C. parapsilosis</i> (URM6557)
<i>A. speciosa</i>	CIM	12,5 mg/mL	-	-
	IC ⁵⁰	1,6 mg/mL	25 mg/mL	3,1 mg/mL
Fluconazol	CIM	16 µg/mL	32 µg/MI	32 µg/mL

Fonte: Autores.

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2016), o extrato da folha de *A. speciosa* foi testado contra duas cepas fúngicas (*Candida albicans* e *Candida parapsilosis*) e quatro cepas bacterianas e não mostrou atividade inibitória significativa. Esta divergência de nossos dados, no qual *A. speciosa* se mostrou promissora contra as cepas fúngicas, possivelmente está associada à diferença na composição dos produtos extraídos. No estudo de Oliveira (2016), o produto utilizado foi o extrato das folhas, que possuía como componente majoritário o ácido linolênico, compondo 20% da composição. No nosso estudo, trabalhamos com o óleo do fruto, que possuía o ácido láurico como componente majoritário (~ 40%). É bem sabido que as plantas podem apresentar composições de metabólitos diferentes a depender do órgão, da sazonalidade, da presença de herbívoros, das condições ambientais de solo, etc.

O estudo de Bergsson et al. (2001) sustenta nossa hipótese. Ele testou vários ácidos graxos frente à cepas de *Candida* e o ácido láurico apresentou os resultados mais promissores. Além disso, nesse mesmo estudo, os autores também demonstraram sua eficácia contra vírus envelopados. Outro estudo que a sustenta a hipótese do ácido láurico como um agente eficaz contra microrganismos é o de Kabara et al. (1972), que também investigaram as propriedades de diversos ácidos graxos e demonstraram que o ácido láurico se mostrou eficaz contra bactérias gram-positivas. No estudo de Rouse et al. (2005) ele foi ativo contra *S. aureus*.

O mecanismo de ação do ácido láurico não foi completamente elucidado e merece ser mais bem investigado. O que se sabe até o momento é que parece haver uma inibição específica da germinação de *Candida albicans*. Clément et al. (2007) investigaram o papel dos ácidos graxos livres derivados do creme de soro bovino na inibição específica de *Candida* e seus dados apontam que esta inibição ocorre através de uma modificação morfológica na cepa, que está associada à sua patogenicidade. Os autores atribuem esta atividade principalmente ao ácido láurico, ao ácido miristoléico, ao ácido linoleico e ao ácido araquidônico.

Além disso, segundo Souza et al. (2011) os óleos extraídos das sementes de *A. speciosa* apresentam grande atividade anti-inflamatória que foram confirmadas após análises de cromatografia gasosa com espectrômetro de massa (GC-MS) detectando a presença de diversos ácidos graxos, como o ácido palmítico, cáprico, mirístico, oleico, linoleico, esteárico e presente como constituinte majoritário o ácido láurico. Esta é uma das principais substâncias lipofílicas com atividade imunomoduladora, antimicrobiana e principalmente anti-inflamatória, sendo eficiente no tratamento de células tumorais associadas com processos inflamatórios (Souza et al., 2011).

Embora existam muitos tratamentos para *Candida Spp.*, alguns tratamentos clássicos apresentam efeitos colaterais e muitas cepas já apresentam resistência a esses tratamentos (Machado et al., 2010). Portanto, diante de tudo que foi exposto, o óleo fixo de *A. speciosa* se mostra um agente promissor para a formulação de novos medicamentos eficazes contra infecções, devido à sua composição rica em ácido láurico, que além de possuir ação contra o microrganismo patógeno age na inflamação, um sintoma cardinal do processo infeccioso.

4. Considerações Finais

Como foi mostrado no presente estudo, a espécie vegetal *Attalea speciosa* é detentora de atividades antioxidante e antifúngica, sendo um bioproduto promissor no tratamento a infecções fúngicas, sobretudo causada por *Candida spp.* A análise do perfil físico químico e cromatográfico dessa espécie permite sua utilização em bioprodutos, levando-se em consideração aspectos como a estabilidade pretendida. O perfil antioxidante permitiu uma análise quanto ao potencial cosmetológico que o óleo fixo pode apresentar, mediante estudos mais específicos. Nosso trabalho traz resultados que enfatizam o uso do óleo fixo do fruto de *A speciosa* como matéria-prima de interesse para a indústria farmacêutica, dado o seu percentual de ácido láurico e as atividades biológicas aqui apresentadas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Alexandre Gomes da Silva (*in memorium*), Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e também para projeto licuri processo 403583/2020-9.

Referências

- Almeida, M.Z., 2011. Plantas medicinais: abordagem histórico-contemporânea.
- American, Chemists, Society, 1995. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society. 4th. C.S. Official Method Ch , 1–91.
- Araújo, F. R; Gonzáles-Pérez, S. E; Lopes, M. A; Viégas, J. M. Ethnobotany of babaçu palm (*Attalea speciosa* Mart.) in Tucuruí Lake Protected Areas Mosaic – eastern Amazon. *Acta Botânica Brasilica*, Pará, v. 30, n. 2, p. 193-204, Apr/ June. 2016.
- Barroqueiro, E.S., Prado, D.S., Barcellos, P.S., 2016. Atividade imunomoduladora e antimicrobiana do mesocarpo de babaçu melhora a sobrevivência na sepse letal. *Complemento baseado em. Evid Alternat Med* , 2859652–2859652.
- Bauer, L.C., Lacerda, E.C.Q., Santos, L.S., Ferrão, S.P.B., Fontan, R.D.C.I., Veloso, C.M., Bonomo, R.C.F., 2019. Antioxidant Activity and Bioactive Compounds of Babassu (*Orbignya phalerata*) Virgin Oil Obtained by Different Methods of Extraction. *The Open Food Science Journal* , 11–11.
- Bergsson, G.; Arnfinnsson, J.; Steingrímsson, Ó.; Thormar, H. In Vitro Killing of *Candida albicans* by Fatty Acids and Monoglycerides. *J. Antimicrobial Chemotherapy* , v.45, p. 3209–3212, 2001.
- Blois, M.S., 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. URL: <https://dx.doi.org/10.1038/1811199a0>, doi:10.1038/1811199a0.
- Clément, M., Tremblay, J., Lange, M., Thibodeau, J., Belhumeur, P., 2007. Whey-derived free fatty acids suppress the germination of *Candida albicans* in vitro. *FEMS Yeast Research* 7, 276–285.
- CLSI, 2018. Clinical and Laboratory Standards Institute - CLSI, in: Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 28th ed. CLSI supplement M100, Wayne, PA.
- Costa, C.D.L., et al., 2015. Caracterização físico-química de óleos fixos artesanais de coco babaçu (*Orbignya phalerata*) de regiões ecológicas do estado do Maranhão, Brasil.
- Das U. Essential fatty acids, free radicals, lymphokines and AIDS. *J Assoc Physicians India* 1987;35:611–2.
- Fernandes, L. C. B., & Da Silva, C. S. (2022). Capítulo 5 plantas alimentícias não convencionais no rio grande do norte: uma revisão de literatura. *Meio ambiente*, 100.
- Gouveia, D.S., Deyzi, et al., 2019a. Potencial nutricional e perfil lipídico do óleo da amêndoa do coco catolé (*Syagrus oleracea* Mart.).
- Hauff, S.N., et al., 2010. Representatividade do sistema nacional de unidades de conservação na Caatinga. Instituto, A., Lutz, . Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, in: ANVISA; 2005. 1018pp.
- de Lima Rufino, M.U., de Medeiros Costa, J.T., da Silva, V.A., de Holanda Cavalcanti Andrade, L., 2008. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. URL: <https://dx.doi.org/10.1590/s0102-33062008000400025>, doi:10.1590/ s0102-33062008000400025.
- da Luz Costa, C., et al., 2015. Caracterização físico-química de óleos fixos artesanais do coco babaçu (*Orbignya phalerata*) de regiões ecológicas do estado do Maranhão, Brasil. . doi:doi.org/10.18817/pef.v20i1.711.

- Kabara, J.J.; Swieczkowski, D.M.; Conley, A.J.; Truant, J.P. Fatty Acids and Derivatives as Antimicrobial Agents. *J. Antimicrobial Chemotherapy*, p. 23-28, 1972.
- Ma, Q., Ola, M., Iracane, E., Butler, G., 2019. Susceptibility to Medium-Chain Fatty Acids Is Associated with Trisomy of Chromosome 7 in *Candida albicans*. *Aug 14*, 402–421.
- Machado, F.C. ; Portela, M. B.; Cunha, A. C.; Souza, I. P. R.; Soares, R. M. A.; Castro, G. F. B. A.; Antifungal activity of chlorhexidine on *Candida* spp. biofilm *Revista Odontológica. UNESP, Araraquara*, v.39, p. 271-275, 2010.
- Magdalena, U.R., Silva, L.D., Oliveira, F.A., 2019. Revisão geográfica de espécimes do bioma Caatinga no herbário Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). *Biodivers Dados J 7*.
- Malafaia, C.B., Jardelino, A.C.S., Silva, A.G., de Souza, E.B., Macedo, A.J., dos Santos Correia, M.T., Silva, M.V., 2018. Effects of Caatinga Plant Extracts in Planktonic Growth and Biofilm Formation in *Ralstonia solanacearum*. *Microbial Ecology* 75, 555–561. URL: <https://dx.doi.org/10.1007/s00248-017-1073-0>, doi:10.1007/s00248-017-1073-0.
- Maniglia, B.C., Tapia-Blácido, D.R., 2016. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. *Food Hydrocolloids* 55, 47–55. URL: <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.11.001>, doi:10.1016/j.foodhyd.2015.11.001.
- Melo, E.; Michels, F.; Arakaki, D.; et al. First Study on the Oxidative Stability and Elemental Analysis of Babassu (*Attalea speciosa*) Edible Oil Produced in Brazil Using a Domestic Extraction Machine. *Molecules*, v. 24, p.4235, 2019.
- Mesquita, M., Pinto, T., Moreira, R., 2017. Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão. *Revista Fitos* 11, 216–230. URL: <https://dx.doi.org/10.5935/2446-4775.20170028>, doi:10.5935/2446-4775.20170028.
- Oliveira, A.I.T., De, 2016. Composição química e potencial antimicrobiano de extratos de folhas de palmeira de Babaçu (*Attalea speciosa*), Buriti (*Mauritia flexuosa*) e Macaúba (*Acrocomia aculeata*). *The Scientific World Journal* .
- Prieto, P., Pineda, M., Aguilar, M., 1999. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex: Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry* 269, 337–341. URL: <https://dx.doi.org/10.1006/abio.1999.4019>, doi:10.1006/abio.1999.4019.
- Ragit, S., Kundu, K., Sharma, A. (2022). Performance and Emission Characteristics of VCR Diesel Engine Fueled with Blends of Babassu Oil Methyl Esters and Diesel. In: Singh, L.P., Bhardwaj, A., Iqbal, R., Khanzode, V. (eds) *Productivity with Health, Safety, and Environment. Design Science and Innovation*. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7361-0_29.
- Reis, M., Yfa, et al., 2017. Anti-Inflammatory Activity of Babassu Oil and Development of a Microemulsion System for Topical Delivery. doi:doi.org/10.1155/2017/3647801.
- Rossel, J.B., 1993. *Manual de Indústria de los Alimentos*. Editora Acribia, Zaragoza, 2.
- Rouse, M.S.; Rotger, M.; Piper, K.E.; Steckelberg, J.M.; Scholz, M.; Andrews, J.; Patel, R. In Vitro and In Vivo Evaluations of the Activities of Lauric Acid Monoester Formulations against *Staphylococcus aureus*. *J. Antimicrobial Chemotherapy*, vol.49, n. 8, p. 3187-3191,2005.
- Santos, T., Carvalho, ., Nascimento-Júnior, J.D., Elvino, ., Do, Prata, A., Paula, 2012. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. *Scientia plena* .
- Silva et al. Evaluation of antioxidant activity of Brazilian plants. *Pharmacological Research* 52 (2005) 229–233
- Silva, D.A., Conceição, V., 2017. Identificação de compostos fenólicos por LC / MS-MS e atividades antioxidantes e anti-tirosinase do *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng. Mesocarpio. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* , 268–276.
- Souza, F.C.F, et al., 2008. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. . doi:10.1590/S0102-695X2008000400023.
- Souza, J., Ls, 2014. Aliphatic fatty acids and esters: inhibition of growth and exoenzyme production of *Candida*, and their cytotoxicity in vitro: anti-*Candida* effect and cytotoxicity of fatty acids and esters.
- Souza, P.A.V., Junior, A., Alves, L., Souza, V., Cabral, L., Fernandes, P., Takiya, C., Menezes, F., Nasciutti, L.E., 2011. Effects of nanocomposite containing *Orbignya speciosa* lipophilic extract on Benign Prostatic Hyperplasia. *Journal of Ethnopharmacology* , 135–146.
- Vasconcelos, A.D.M., Henriques, I.G.N., Souza, M.P.D., Santos, W.D.S., Santos, W.D.S., Ramos, G.G., 2017. Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. URL: <https://dx.doi.org/10.30969/acsa.v13i4.967>, doi:10.30969/acsa.v13i4.967.