

DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.2>

How to Cite:

Firmino de Lima, D.V., de Queiroz Ferreira, L.F., Barbosa dos Santos, M.V., Borges de Almeida, L. do. C.,
Cristiane Lima e Silva, M.J., de Araújo Silva, M.F., Dias de Freitas, R.F., Rolim Neto, P.J., de Moraes Ramos Perez, F.M.,
& Ferreira da Silva, R.M. (2026). Obtenção e caracterização físico-químicas de *Spondias Mombin* como potencial irrigante
endodôntico: Um estudo preliminar. *Amazonia Investiga*, 15(87), 24-34. <https://doi.org/10.34069/AI/2026.87.01.2>

Obtenção e caracterização físico-químicas de *Spondias Mombin* como potencial irrigante endodôntico: Um estudo preliminar


Obtaining and physical-chemical characterization of *Spondias Mombin* as a potential endodontic irrigant: A preliminary study

Received: November 12, 2025


Accepted: January 20, 2026

Written by:


Débora Vitória Firmino de Lima¹

 <https://orcid.org/0009-0008-6448-3589>


Lais Felix de Queiroz Ferreira²

 <https://orcid.org/0009-0009-3936-8957>

Maria Vitória Barbosa dos Santos³

 <https://orcid.org/0009-0008-2204-6874>


Luara do Carmo Borges de Almeida⁴

 <https://orcid.org/0009-0006-9818-1058>


Maria José Cristiane Lima e Silva⁵

 <https://orcid.org/0009-0009-8771-3348>


Maria Fernanda de Araújo Silva⁶

 <https://orcid.org/0009-0008-8907-6226>

Raphael Fernando Dias de Freitas⁷

 <https://orcid.org/0000-0002-4675-1876>

Pedro José Rolim Neto⁸

 <https://orcid.org/0000-0003-0723-2587>

Flávia Maria de Moraes Ramos Perez⁹

 <https://orcid.org/0000-0001-9948-0769>

Rosali Maria Ferreira da Silva¹⁰

 <https://orcid.org/0000-0002-4139-6035>

¹ Bacharel em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: debora.vflima@ufpe.br

² Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: lais.qferreira@ufpe.br

³ Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: vitoria.barbosas@ufpe.br

⁴ Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: luara.borges@ufpe.br

⁵ Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: jose.cristiane@ufpe.br

⁶ Mestre em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: maria.silva@ufpe.br

⁷ Mestre em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Odontologia, Brasil. Email: raphael.rfdf@ufpe.br

⁸ Doutor em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: pedro.rolimnt@ufpe.br

⁹ Doutora em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Odontologia, Brasil. Email: flavia.ramosperez@ufpe.br

¹⁰ Doutora em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Farmácia, Brasil. Email: rosali.silva@ufpe.br

Resumo

Na endodontia, o principal objetivo é eliminar bactérias do canal radicular central. O hipoclorito de sódio e a clorexidina são irrigantes comuns, porém apresentam baixa biocompatibilidade e podem favorecer resistência bacteriana. Cresce então a preferência por irrigantes fitoterápicos, que apresentam efeitos colaterais insignificantes e resultados promissores. Assim, *Spondias mombin* (cajá) destaca-se entre as espécies promissoras. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar a droga vegetal e a solução extrativa hidroalcoólica das folhas de *Spondias mombin* para aplicação na endodontia. Folhas foram coletadas, desidratadas, pulverizadas e caracterizadas, apresentando resultados que se mantiveram dentro dos parâmetros estabelecidos pela farmacopeia brasileira. Posteriormente, a droga vegetal foi macerada com EtOH:H₂O (1:1; v/v) na proporção de 1:5 (m/v) e a solução extrativa obtida apresentou coloração âmbar e odor característico, com especificações gerais também compatíveis com a Farmacopeia Brasileira. Conclui-se que há viabilidade em utilizar *Spondias mombin* para o desenvolvimento de formas farmacêuticas endodônticas alternativas aos sintéticos.

Palavras-chave: Controle de Qualidade, Endodontia, Fitoterapia, Forma farmacêutica, *Spondias mombin*.

Introdução

A terapia endodôntica é baseada na retirada dos microrganismos e formatação do canal radicular, através do uso de soluções irrigantes, medicação intracanal, tendo como objetivo limpar e erradicar os microrganismos presentes no interior dos canais (Rocha et al., 2018). As substâncias irrigadoras, tais como o hipoclorito de sódio e digluconato de clorexidina, são usadas para eliminar debris dos canais, higienizar o espaço e reduzir a presença microbiana (Gomes et al., 2023).

O hipoclorito de sódio tem sido a principal substância utilizada como solução de irrigação no âmbito da endodontia (Prado et al., 2015). Durante décadas, vem sendo utilizado devido às suas características antimicrobianas de amplo espectro e como solvente tecidual, porém, apresenta fortes pontos negativos, como, por exemplo, a capacidade de gerar reações de hipersensibilidade, ser citotóxico nos tecidos periapicais e não ser agradável ao paladar e ao olfato, resumidamente, não apresentando biocompatibilidade favorável (Nogales et al., 2016).

Dentre diversas espécies vegetais, destaca-se a *Spondias mombin*, conhecida popularmente como “cajá”, “taperebá” ou “cajaziinho”, pertencente à família *Anacardiaceae* (SIBBr, 2020). Além de ser bastante popular na região Nordeste do Brasil, ela também é encontrada em outros países das Américas, África e Ásia (Beltrán-Cotta et al., 2023). O uso do cajá na medicina tradicional se mostra mais conhecido pelo uso de suas folhas, as quais são utilizadas no tratamento de doenças tóxicas e sistêmicas envolvendo inflamações. Tal finalidade é explicada pela presença da propriedade antimicrobiana do extrato de suas folhas (Asante Ampadu et al., 2022). Estudos mostraram que as cascas e as folhas desta espécie apresentam metabólitos como flavonoides, taninos e polifenóis, o que confere à mesma atividade antimicrobiana (de Freitas et al., 2022; Chaves et al., 2018).

Essa atividade é justificada pela combinação dos mecanismos de ação desses metabólitos, que atuam de forma complementar na eliminação dos microrganismos. Os flavonoides possuem a capacidade de formar

Abstract

In endodontics, eradicating bacteria from the root canal is crucial. Common irrigants like sodium hypochlorite have biocompatibility issues, prompting a search for herbal alternatives. *Spondias mombin* (cajá) is a promising candidate. This study aimed to obtain and characterize the raw plant material and hydroalcoholic extract of *S. mombin* leaves for endodontic use. Leaves were collected, dried, pulverized, and characterized, showing physicochemical parameters compliant with the Brazilian Pharmacopoeia. The hydroalcoholic extract (1:5 m/v) presented an amber color and characteristic odor, meeting pharmacopoeial standards. The study concludes that *S. mombin* is a feasible candidate for developing alternative endodontic formulations.

Keywords: Quality Control, Endodontics, Phytotherapy, Pharmaceutical form, *Spondias mombin*.

complexos solúveis com as proteínas extracelulares e com a parede celular da bactéria, além de apresentarem um caráter lipofílico, sendo responsáveis pela ruptura da membrana celular bacteriana (Miranda et al., 2013). Já os taninos atuam por meio da precipitação das proteínas e também afetam os microbiomas bacterianos, através da inibição da produção de micotoxinas (Monteiro et al., 2005; Peng et al., 2018).

Na literatura existem experimentos voltados para a avaliação do potencial antimicrobiano do cajá frente a bactérias encontradas normalmente na endodontia, como por exemplo *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* e *Staphylococcus aureus*, apresentando atividade bacteriostática para os microrganismos (de Freitas et al., 2022).

A partir disso, tendo em vista o aumento na procura de alternativas naturais para o ramo da endodontia que proporcionem maior conforto para o paciente, melhor biocompatibilidade e diminuição das chances de instauração de resistência bacteriana, o presente trabalho propõe a caracterização da droga vegetal e da solução extrativa das folhas de *Spondias mombin* para que futuramente sejam desenvolvidas formas farmacêuticas para serem utilizadas na endodontia em alternativa aos compostos sintéticos já conhecidos para tratamento antimicrobiano.

Referencial Teórico

Atualmente, o tratamento endodôntico apresenta limitações, pois os agentes utilizados, embora eficazes no controle microbiano, podem causar efeitos adversos, incluindo citotoxicidade e irritação tecidual, e podem contribuir para a resistência bacteriana (Boutsoukis & Arias-Moliz, 2022). Esse cenário ressalta a necessidade de substâncias naturais biocompatíveis que ofereçam eficácia antimicrobiana equivalente ou superior, sem comprometer a segurança do paciente.

Assim, destaca-se a *Spondias mombin* L. (cajá), cujas propriedades antimicrobianas têm despertado interesse no desenvolvimento de novos agentes terapêuticos. *Spondias mombin* L. é uma árvore nativa da América tropical, pertencente à família Anacardiaceae (Pell et al., 2010). Diversas partes da planta, como folhas, casca e raízes, são utilizadas na medicina popular por possuírem metabólitos secundários como flavonoides, taninos, ácidos fenólicos e carotenoides, que conferem à planta atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e, notavelmente, antimicrobianas (Asuquo et al., 2013).

A atividade antimicrobiana da *Spondias mombin* L. tem sido objeto de diversos estudos, que demonstram sua eficácia contra uma variedade de microrganismos. Pesquisas indicam que extratos de cajá podem inibir o crescimento de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo patógenos de relevância clínica (Abo et al., 1999; de Lima et al., 2021). Essa capacidade é atribuída à complexa composição fitoquímica da planta, cujos metabólitos secundários atuam de diferentes formas para combater infecções bacterianas (da Silva et al., 2020).

Material e métodos

Obtenção e processamento do material vegetal

As folhas de *Spondias mombin* L., coletadas no Barro, Recife - PE, cuja latitude 08°05'42" sul e longitude 34°56'55" oeste. Foi realizada a identificação de sua exsiccata no Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e gerou o número de registro 95330. O material recebido foi previamente tratado e seco em estufa de ar circulante em uma temperatura de $60 \pm 2^\circ\text{C}$ por 2 dias e foi assim calculado o rendimento de secagem. Em seguida, o material vegetal foi pulverizado em moinhos de facas, com malha intermediária, gerando a droga vegetal (pó pulverizado) de *Spondias mombin* e, mais uma vez, calculou-se o rendimento.

Caracterização do material vegetal

Determinação de Matéria Estranha

Para a realização do teste, foram pesados 250 g da amostra. Posteriormente, essa droga vegetal foi espalhada uniformemente sobre superfície plana coberta com papel e dividida em quatro partes. Manualmente, os materiais estranhos foram retirados e depois pesados para que assim seja determinada a porcentagem de material estranho presente na droga vegetal (Brasil, 2024).

Determinação Granulométrica

Foram pesados 25 g da droga vegetal que foram submetidos a 60 vibrações por segundo durante 15 minutos para que ocorresse a passagem do material vegetal pelos tamises de aberturas de 850, 600, 500, 425, 250 e 150 μm . Após o término, foi retirada toda a amostra retida na superfície de cada tamis e pesada. Assim, foi calculado o percentual retido em cada tamis obtendo-se dados quantitativos sobre a distribuição de tamanho da matéria-prima vegetal utilizada (Brasil, 2024).

Determinação de Umidade

Amostras de 2 g do material vegetal foram pesadas e transferidas para os pesa-filtros, previamente dessecados. Após resfriamento, o pesa-filtro contendo a amostra, foi pesado, tampado e colocado na estufa, no qual foi retirada a tampa porém deixando-a também na estufa. As amostras foram secas à 105°C por 2 horas. Ao final, os pesa-filtros foram colocados no dessecador para atingir à temperatura ambiente e a porcentagem de perda por dessecação foi calculada (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Totais

Para essa determinação, amostras 3 g da droga vegetal pulverizada foram pesadas e transferidas para os cadinhos. As amostras foram incineradas de forma gradativa até, no máximo, 600 \pm 25°C. O gradiente de temperatura estabelecido foi de 30 minutos a 200°C, 60 minutos a 400°C e 90 minutos a 600°C. Após a incineração, os cadinhos foram arrefecidos no dessecador e pesados (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Sulfatadas

A determinação de cinzas sulfatadas foi realizada em triplicata, no qual foi pesado 1g de droga vegetal foi transferida para o cadinho, previamente dessecado e umedecida com ácido sulfúrico concentrado e levada para carbonização. Após carbonizar, a amostra deve ser umedecida novamente com ácido sulfúrico concentrado e levada para incineração com aquecimento gradativo até 800 °C. Por fim, esperar resfriamento e pesar (Brasil, 2024).

Determinação do Teor de Cinzas Insolúveis

A cinzas obtidas como resultado da determinação de cinzas totais foram utilizadas para a realização do teste de cinzas insolúveis, conforme preconiza a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024). Assim, elas foram aquecidas com 25 mL de ácido clorídrico 2 M por cinco minutos em um cadinho coberto por um vidro de relógio. Ao alcançar a ebulição, o vidro de relógio foi lavado com 5 mL de água quente, juntando a água de lavagem ao cadinho. Após a lavagem, o material insolúvel em ácido foi filtrado e lavado com água quente até a neutralização do filtrado. Depois, o papel de filtro contendo o material foi transferido para o cadinho e incinerado a 500 °C (Brasil, 2024).

Determinação do Índice de Intumescência

Foi utilizado 1 g da droga vegetal em uma provetas de 25 mL, com adição de água destilada e mantidos sob agitação a cada 10 minutos durante uma hora. Após esse tempo, as amostras permaneceram em repouso por 3 horas. Posteriormente, foram verificados os volumes finais e a intumescência foi calculada pela diferença entre o volume ocupado pela droga no início e no final do teste (Brasil, 2024).

Análise Térmica da Matéria-Prima Vegetal

A análise térmica foi realizada através da técnica de DTG/TG. Assim, as condições operacionais para a análise da amostra e obtenção da curva foi: uma faixa de temperatura entre 25 e 600°C, sob atmosfera de nitrogênio ultrapuro (100 mL/min) e razão de aquecimento de 10°C/min. A amostra foi aferida em torno de 5 \pm 0,1mg em cadinhos de alumina abertos (dos Santos et al., 2025).

Prospecção Fitoquímica (Testes de identificação Colorimétricos)

Para a prospecção fitoquímica foi realizada uma triagem preliminar por meio de testes colorimétricos baseados nas principais reações de caracterização para metabólitos secundários. Os ensaios foram realizados de acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024).

Quantificação de Flavonoides Totais

O doseamento de flavonoides foi realizado através da metodologia adaptada de Souza (2017). Inicialmente, foi feita a extração em banho-maria de 0,5 g da droga vegetal com 30 mL de álcool 70%, durante 30 minutos. Depois, o extrato foi resfriado à temperatura ambiente e filtrado em algodão. O resíduo passou por mais duas extrações, durante 15 minutos. As frações filtradas foram reunidas em balão volumétrico de 100 mL e o volume foi ajustado com álcool 70%, constituindo a solução estoque. Após isso foi retirada uma alíquota de 0,8 mL da solução estoque e adicionada em um balão volumétrico de 5 mL. Junto com a solução também foram adicionados 0,1 mL da solução aquosa de acetato de potássio 1M, 0,1 mL da solução aquosa de cloreto de alumínio 10%, 1,5 mL de etanol P.A e o volume foi ajustado para 5 mL com água destilada. A amostra ficou por 30 min mantidas ao abrigo da luz e posteriormente foi realizada a leitura da absorbância no comprimento de onda de 415 nm. O branco foi preparado com os mesmos reagentes utilizados para a amostra, exceto o extrato, submetido aos mesmos parâmetros.

A curva de calibração foi preparada com uma solução padrão de quercetina na concentração de 1 mg/mL, sendo analisados cinco pontos. O teor de flavonoides totais foi expresso como miligramas equivalentes de quercetina por grama de extrato (mg Eq Q/g).

Obtenção e caracterização físico-química da solução extrativa de *Spondias mombin*

Obtenção da Solução Extrativa

As folhas desidratadas e pulverizadas de *Spondias mombin* foram maceradas com EtOH:H₂O (1:1; v/v) em uma proporção de 1:5 droga/solvente por 3 dias para extração por exaustão dos compostos ativos e depois filtrada (Brasil, 2024).

Determinação de pH

A análise foi realizada em sextuplicata, no qual 25,0 mL da solução extrativa foram analisados em pHmetro previamente calibrado. Assim, o resultado obtido foi pela média de seis determinações (Brasil, 2024).

Determinação de Densidade Relativa

Para determinar a densidade relativa, utilizou-se um picnômetro de 5 mL previamente calibrado. A solução extrativa na temperatura de 20 °C e se realizou a pesagem. Posteriormente, foi realizado o mesmo processo para a água destilada. Assim, ao final do teste, o valor da densidade relativa foi determinado por meio da razão entre a massa da solução extrativa e a massa da água, ambas a 20°C (Brasil, 2024).

Determinação do Resíduo Seco em Extratos Fluidos

Em pesa-filtros, previamente dessecados, foi adicionado 2 mL de solução extrativa e levados para banho-maria até secura. Depois, dessecou-se em estufa a 100-105°C, por 3 horas e foi realizado o resfriamento em dessecador e pesado. Por fim, foi calculado o valor do resíduo seco (Brasil, 2024).

Resultados e discussão

Obtenção e processamento da matéria-prima vegetal

As folhas de *Spondias mombin*, após secagem e pulverização, apresentaram um rendimento de 90,77% do material vegetal. Em relação às principais características organolépticas apresentadas pela droga vegetal, ela apresentou um pó moderadamente grosso, cor esverdeada e odor característico.

Em uma amostra de 250 g das folhas de *S. mombin* foram encontrados 0,0123 g de matéria estranha que corresponde a 0,0049%. De acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o valor de matéria estranha não pode ser superior a 2%, por isso o valor encontrado se encontra dentro do padrão estabelecido.

Caracterização do material vegetal

Determinação Granulométrica

Depois de pulverizado, o pó resultante da moagem das folhas do *S. mombin* foi submetido a uma análise granulométrica com o objetivo de avaliar o tamanho médio das partículas e a distribuição do tamanho do material vegetal em uso.

Os resultados da distribuição do tamanho das partículas do pó indicaram que cerca de 78% do material apresentou tamanho entre 250 µm e 850 µm. Conforme a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o pó é classificado como moderadamente grosso, quando as partículas passam em sua totalidade pelo tamis com abertura nominal de malha 710 µm e, no máximo, 40% pelo tamis com abertura nominal de malha de 250 µm, sendo assim, o pó de *Spondias mombin* classificado como moderadamente grosso.

Autores apontam que o tamanho das partículas pode ser influenciado por diversos fatores, como, por exemplo, a temperatura, tipo do equipamento, tipo da tela e até mesmo a origem da biomassa do vegetal (Nunes et al., 2019). Assim, os resultados determinaram que o tamanho médio das partículas de *Spondias mombin* é 604 µm.

Determinação de Umidade

Por meio da determinação da perda por dessecação, é possível obter um teor de substâncias voláteis presentes na matéria-prima. A perda por dessecação das folhas de *Spondias mombin* foi de $5,53\% \pm 0,27$, o qual se encontra dentro dos limites estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), que preconiza que o valor máximo seja de até 14%. Na Farmacopeia Brasileira não existe monografia referente à espécie estudada, por isso, foram considerados os valores de referência dos métodos gerais em Farmacognosia. Desta forma, pode-se afirmar que a droga vegetal apresenta uma boa conservação e o processo de secagem foi eficiente.

O estudo realizado por Moura Neto et al. (2015) apresentou um valor de perda por dessecação que variou entre 3,33% e 3,57%, o que também se encontra dentro dos parâmetros estabelecidos pela Farmacopeia Brasileira. No entanto, essas diferenças estão relacionadas à sazonalidade e ao local de coleta que pode acabar influenciando a distribuição de água e seiva nas diferentes partes da planta (de Araújo & dos Santos, 2009).

Determinação de Cinzas Totais, Sulfatadas e Insolúveis

A determinação de cinzas totais possibilita verificar a presença de impurezas inorgânicas não voláteis que podem estar em contato com o material vegetal e ocasionar uma possível contaminação da droga vegetal. O valor encontrado para as folhas de *S. mombin* foi de $5,51\% \pm 0,98$. De acordo com a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), os valores preconizados para cinzas totais devem estar entre 3% e 15%, com isso, pode-se verificar que o valor encontrado está dentro das recomendações estabelecidas. O resultado encontrado é corroborado pelo estudo de da Silva et al. (2020), que também verificou um valor próximo para a determinação de cinzas totais.

A Farmacopeia traz outro método para medição de uma cinza mais consistente, de maneira a aumentar a reprodutibilidade, sendo geralmente mais indicado o de cinzas sulfatadas. A droga vegetal, diferente do método de determinação de cinzas totais, é tratada com ácido sulfúrico, que tem o poder de gerar a conversão de haletos, carbonatos e óxidos em sulfatos com maior estabilidade térmica. A partir disso, observa-se o teor de cinzas sulfatadas encontrado, que foi de $9,14\% \pm 0,11$, apresentando maior valor frente ao teor de cinzas totais, indo de acordo com a informação de que houve a transformação dos oxalatos, carbonatos e haletos em sulfatos (Simões et al., 2002; Evans, 1996).

O valor do teor de cinzas insolúveis em ácido indica a presença de sílica em drogas vegetais. Segundo a Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2024), o valor máximo permitido é de até 3%. O teor encontrado para as

folhas de cajá foi de $0,96\% \pm 0,14$, o qual se apresenta dentro do limite estabelecido e mostra uma reduzida taxa de contaminação por sílica.

Determinação do Índice de Intumescência

O índice de intumescência condiz com a medida do volume ocupado devido ao intumescimento de 1 g da droga vegetal por meio da adição de água ou outro solvente, por isso é um dado importante quando se deseja estimar o volume a ser usado para extração (Brasil, 2024).

O valor obtido para a droga vegetal foi de $4,17 \pm 0,1$ mL, ou seja, uma massa de 10 g de droga vegetal absorve 41,7 mL de água. Assim, não é indicado para realizar uma extração a utilização de um volume de solvente menor que o volume de intumescimento, pois a recuperação do extrato pode ser afetada (da Silva et al., 2020).

Segundo Pietroluongo et al. (2021), não existe especificação para índice de intumescência, porém, mesmo que os resultados sejam significativos, eles auxiliam na escolha dos equipamentos que serão utilizados no processo de extração, além de também auxiliar na escolha do volume do solvente para extração. Esses pontos são essenciais para a transposição para uma escala industrial (Nóbrega, 2017).

Análise Térmica da Matéria-Prima Vegetal

A realização da análise térmica foi feita utilizando a técnica de DTG/TG, na qual o material vegetal foi analisado. De acordo com a tabela 1, pode-se observar três pontos de perda de massa com o aumento da temperatura. A realização dessa análise é muito importante, pois apresenta uma noção sobre a estabilidade térmica e outros dados.

Tabela 1.

Principais eventos térmicos da droga vegetal de Spondias mombin.

Faixa de temperatura	Perda de massa
<100 °C	5,27%
250°C - 350	40%
400 °C - 550 °C	30%

Fonte: autoria própria

A partir dos resultados obtidos pode-se perceber que houve uma pequena diminuição de massa na temperatura de 100°C, o que pode ser atribuído à perda de água pela droga vegetal, explicado também pela proximidade dos valores da umidade presente na droga. Além disso, pode-se observar dois eventos térmicos, o primeiro na faixa de 250 a 350 °C, com perda de aproximadamente 40%, e o segundo, de 400 a 550°C, onde atinge a estabilidade que pode estar relacionada ao fato de que restaram apenas os compostos inorgânicos, que possuem elevada estabilidade térmica, visto que também se assemelha aos valores das cinzas. A fim de comparação, foi observado que os dados dos dois principais eventos térmicos se assemelham aos observados em Rodrigues Filho (2020), mantendo também a mesma proporção com os demais métodos farmacopeicos aplicados.

Prospecção Fitoquímica

Na prospecção fitoquímica realizada para o extrato das folhas do cajá foram encontrados como principais metabólitos: flavonoides, taninos, saponinas e compostos fenólicos. Além desses compostos, também foi identificada a presença de antraquinonas. A reação para identificação de antocianidinas e antocianinas foi negativa, indicando que não haveria presença ou que a quantidade ali presente não foi significativa para ser identificada através do método colorimétrico na droga vegetal de *Spondias mombin*. Esse resultado também foi encontrado por Araruna et al. (2021).

Quantificação de Flavonoides Totais

A quantificação de flavonoides da droga vegetal foi realizada por espectrometria na região do UV-Vis e utilizada a quercetina como padrão para a construção da curva de calibração. Assim, por meio do cálculo através da equação da reta gerada, obteve o valor do teor de flavonoides. O valor encontrado foi de

2,49 mg Eq Q/g do extrato. Segundo Freitas Ferreira et al. (2020), as folhas de cajá são uma boa fonte de flavonoides, o que corrobora o resultado encontrado.

Obtenção e caracterização físico-química da solução extrativa de *Spondias mombin*

Obtenção da Solução Extrativa

A matéria-prima vegetal foi submetida ao processo de maceração em uma proporção de 1:5 m/v durante 72 h, usando álcool P.A + Água (1:1 v/v) como solvente extrator. A solução apresentou um rendimento de 54% apresentando características organolépticas coerentes com sua matéria-prima vegetal, como coloração âmbar, cheiro característico e especificações gerais dentro do permitido na Farmacopeia.

Determinação da densidade relativa e pH da solução de *Spondias mombin*

O resultado do pH foi de $4,17 \pm 0,0089$, indicando que a solução extrativa das folhas do cajá é ácida; esse resultado também foi corroborado por Machado et al. (2021). A natureza ácida da solução extrativa é um ponto positivo, uma vez que evita a presença de alguns contaminantes (Longhini et al., 2007). A determinação do pH é muito importante para descobrir sobre interferências na qualidade do produto, pois ela sinaliza possíveis alterações químicas que possam estar acontecendo no meio extrativo (Barros et al., 2023).

Na endodontia, as soluções irrigantes atualmente utilizadas variam em seu pH, sendo desde substâncias ácidas, como a clorexidina, até básicas, como o hipoclorito de sódio. O valor do extrato do cajá torna-se positivo, pois a capacidade antibacteriana aumenta com a diminuição do pH (Saghiri et al., 2011). Porém, pHs muito extremos podem causar toxicidade, demineralização da dentina, além de incompatibilidade com outros irrigantes (Mohammadi et al., 2017). Por isso, foi necessária a realização dessa análise para que o pH da futura forma farmacêutica seja ajustado e ainda continue exercendo sua função antibacteriana e sem efeitos adversos.

Determinação da densidade relativa

O resultado obtido para a densidade relativa da solução hidroalcoólica de *S. mombin* foi de $0,96 \text{ g/mL} \pm 0,004$. O resultado já era esperado, pois é um valor próximo da densidade do álcool absoluto, que foi o solvente utilizado. Esse valor também é corroborado por Machado et al. (2021).

Determinação do resíduo seco

O valor de resíduo seco obtido foi de $12,15\% \pm 0,82\%$ para a solução extrativa das folhas de cajá, ou seja, em 100 g da solução extrativa gera 12,15 g de substâncias sólidas solúveis. Segundo o resultado, a solução possui um alto teor de sólidos solúveis, o que pode significar um bom valor no rendimento de secagem. O parâmetro do resíduo seco é empregado no cálculo para os adjuvantes de secagem, por isso também é um resultado bastante útil (Barros et al., 2023).

Conclusão

Diante dos resultados obtidos por esse trabalho, é possível afirmar que a droga vegetal e a solução extrativa à base das folhas de *Spondias mombin* foram satisfatórios de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos, demonstrando o potencial desta espécie como alternativa promissora como uso antibacteriano. A partir da análise fitoquímica foi possível observar a presença de compostos bioativos que, na literatura, foi demonstrado que possuem propriedades antimicrobianas. Assim, corroborando a fitoquímica, a quantificação dos flavonoides reforça esse potencial devido à presença de um teor elevado de flavonoides (2,49 mg Eq Q/g) presente no cajá.

Além disso, as caracterizações físico-químicas evidenciaram a estabilidade e possível compatibilidade do extrato para formulações terapêuticas, reforçando a viabilidade de uso de *Spondias mombin* como fonte de novos fitoterápicos com benefícios à área da saúde principalmente no âmbito de combate à resistência bacteriana.

Em relação às perspectivas futuras, espera-se o desenvolvimento de formas farmacêuticas como uma alternativa para o tratamento antimicrobiano. Contudo, são necessários estudos adicionais para aprofundar a padronização dos extratos, assim como realização de testes *in vivo* para avaliação da toxicidade e desenvolver formas farmacêuticas adequadas.

Referências bibliográficas

- Abo, K. A., Ogunleye, V. O., & Ashidi, J. S. (1999). Antimicrobial potential of *Spondias mombin*, *Croton zambesicus* and *Zygotritonia crocea*. *Phytotherapy research: PTR*, 13(6), 494–497. <https://acortar.link/tOZ47a>
- Araruna, M. E., Silva, P., Almeida, M., Rêgo, R., Dantas, R., Albuquerque, H., Cabral, I., Apolinário, N., Medeiros, F., Medeiros, A., & Santos, V. (2021). Tablet of *Spondias mombin* L. Developed from Nebulized Extract Prevents Gastric Ulcers in Mice via Cytoprotective and Antisecretory Effects. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(6), 1581. <https://doi.org/10.3390/molecules26061581>
- Asante Ampadu, G. A., Mensah, J. O., Darko, G., & Borquaye, L. S. (2022). Essential oils from the fruits and leaves of *Spondias mombin* linn.: chemical composition, biological activity, and molecular docking study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2022(1), 7211015. <https://doi.org/10.1155/2022/7211015>
- Asuquo, O. R., Fischer, C. E., Mesembe, O. E., Igiri, A. O., & Ekom, J. I. (2013). Comparative study of aqueous and ethanolic leaf extracts of *Spondias mombin* on neurobehaviour in male rats. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 5(2), 29–35.
- Barros, A. C. da S., de Lima, D. V. F., Lima, M. J. dos S., de Melo, D. F., Franco, E. de S., Neto, P. J. R., Maia, M. B. S., & da Silva, R. M. F. (2023). Caracterização da droga solução vegetal e extrativa obtida a partir de em *Parkinsonia aculeata*. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 9(1), 838–848. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-060>
- Beltrán-Cotta, L. A., Passos, R. S. F. T., Costa, N. P., Barreto, B. G., Veloso, A. C., da Silva, M. C. A., ... & Cavalheiro, C. P. (2023). Use of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) in marination: Effect on quality properties of Boston butt pork during refrigerated storage. *Meat Science*, 204, 109257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109257>
- Boutsoukakis, C., & Arias-Moliz, M. T. (2022). Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *International endodontic journal*, 55 Suppl 3(Suppl 3), 588–612. <https://doi.org/10.1111/iej.13739>
- Brasil. (2024). *Farmacopeia Brasileira*, 7a Ed. volume 1. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira>
- Chaves, T. P., Cavalcanti Clementino, E. L., de Castro Felismino, D., Silva, H., Silva Santos, J., & Dantas de Medeiros, A. C. (2018). Phytochemical composition and antimicrobial and toxicological activity of *Spondias mombin* L. (jogo). *Revista Cubana De Plantas Medicinales*, 23(4). Recuperado a partir de <https://revplantasmedicinales.sld.cu/index.php/pla/article/view/581>
- da Silva, T. S., Soares, A. A., Rocha, T. M., Pimenta, A. T., Miron, D., Silva, R. J., ... & Leal, L. K. K. (2020). *Spondias mombin*: controle de qualidade e atividade anti-inflamatória em neutrófilos humanos. *Journal of Herbal Medicine*, 24, 100393. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2020.100393>
- de Araújo, W. S., & dos Santos, B. B. (2009). Efeitos da sazonalidade e do tamanho da planta hospedeira na abundância de galhas de Cecidomyiidae (Diptera) em *Piper arboreum* (Piperaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(2). <https://doi.org/10.1590/S0085-56262009000200014>
- de Freitas, M. A., da Cruz, R. P., Dos Santos, A. T. L., Almeida-Bezerra, J. W., Machado, A. J. T., Dos Santos, J. F. S., ... & Morais-Braga, M. F. B. (2022). HPLC–DAD analysis and antimicrobial activities of *Spondias mombin* L.(Anacardiaceae). *3 Biotech*, 12(3), 61. <https://doi.org/10.1007/s13205-022-03126-1>
- de Lima, I. P. A., Alves, R. A. H., Mayer, J. D. S. L., Costa, M. R. M., de Mendonça, A. K. P., de Lima, E. L. F., ... & Lins, R. D. A. U. (2021). Antimicrobial activity of *Spondias mombin* L. aqueous and hydroethanolic extracts on *Enterococcus faecalis* and *Pseudomonas aeruginosa* - an in vitro study. (2021). *Research, Society and Development*, 10(1), e50710111949. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11949>
- dos Santos, L. G. P., Barbosa, L. L. D. S. S., da Silva Coutinho, G., de Oliveira Silva, E., de Oliveira Farias, J. C. R., dos Santos Cruz, G., ... & Pontual, E. V. (2025). An effective formulation from *Annona squamosa* L. Leaves against *Aedes aegypti*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 28(4), 102491. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2025.102491>
- Evans, W. C. (1996). *Trease and Evans' Pharmacognosy* (14th ed.). London: WB Saunders Company.

- Freitas Ferreira, F. R., Jales de Paula, B., Rocha Cavalcante, T., Paulino Albuquerque, V.R., & Costa Oliveira, M.S. (2020). Determinação do teor de flavonoides em extratos de folhas de três espécies de spondias por espectroscopia uv. In: PESSOA, D. L. R. *Farmácia na atenção e Assistência à saúde*. Ponta Grossa: Atena, 2020.
- Gomes, B. P. F. A., Aveiro, E., & Kishen, A. (2023). Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian dental journal*, 34(4), 1–33. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>
- Longhini, R., Raksa, S. M., Oliveira, A. C. P., Svidzinski, T. I., & Franco, S. L. (2007). Obtenção de extratos de própolis sob diferentes condições e avaliação de sua atividade antifúngica. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 17, 388-395. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000300015>
- Machado, J. C. B., Ferreira, M. R. A., & Soares, L. A. L. (2021). Optimization of the drying process of standardized extracts from leaves of *Spondias mombin* L. using Box–Behnken design and response surface methodology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(7). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15595>
- Miranda, G.S., Santana, G. S., Machado, B. B., Coelho, F. P., & Carvalho, C. A (2013). Atividade antibacteriana in vitro de quatro espécies vegetais em diferentes graduações alcoólicas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15, 104-111. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722013000100015>
- Mohammadi, Z., Shalavi, S., Moeintaghavi, A., & Jafarzadeh, H. (2017). A Review Over Benefits and Drawbacks of Combining Sodium Hypochlorite with Other Endodontic Materials. *The open dentistry journal*, 11, 661–669. <https://doi.org/10.2174/1874210601711010661>
- Monteiro, J. M., de Albuquerque, U. P., Araújo, E. L., & de Amorim, E. L. C. (2005). Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química nova*, 28, 892-896. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>
- Nóbrega, A. B. (2017). *Obtenção de um insumo farmacêutico ativo vegetal a partir de folhas de Eugenia Florida DC para o desenvolvimento de um antitumoral*. (Tese Doutorado) - Curso de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, Universidade Federal Fluminense, Niterói.
- Nogales, C. G., Ferreira, M. B., Montemor, A. F., Rodrigues, M. F., Lage-Marques, J. L., & Antoniazzi, J. H. (2016). Ozone therapy as an adjuvant for endodontic protocols: microbiological - ex vivo study and cytotoxicity analyses. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 24(6), 607–613. <https://doi.org/10.1590/1678-775720160029>
- Nunes, E. N., Rocha, A. P. T., de Araújo, G. T., de Paz, A. P., Rodrigues, L. M. D. S., Batista, R. S. D. A., & Melo, T. B. L. (2019). Characterization of yellow mombin biomass (*Spondias mombin* L.) for production of activated carbon. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 135, 3281–3288. <https://doi.org/10.1007/s10973-018-7545-8>
- Peng, K., Jin, L., Niu, Y. D., Huang, Q., McAllister, T. A., Yang, H. E., Denise, H., Xu, Z., Acharya, S., Wang, S., & Wang, Y. (2018). Condensed Tannins Affect Bacterial and Fungal Microbiomes and Mycotoxin Production during Ensiling and upon Aerobic Exposure. *Applied and environmental microbiology*, 84(5), e02274-17. <https://doi.org/10.1128/AEM.02274-17>
- Pell, S.K., Mitchell, J.D., Miller, A.J., & Lobova, T.A. (2010). Anacardiaceae. In *Flowering plants. Eudicots: sapindales, cucurbitales, myrtaceae* (pp. 7-50). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14397-7_3
- Pietroluongo, M., da Silva, A. R., Fuly, A. L., Sanchez, E. F., Lobão, A. Q., Valverde, A. L., & de Paivaa, S. R. (2021). Potencial de extratos aquosos dos frutos de *Clusia fluminensis* em neutralizar efeitos locais causados por veneno de *Bothrops jararaca*. *Rev Virtual Quím*, 13(2), 1-8. <https://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20210061>
- Prado, M., Silva, E. J., Duque, T. M., Zaia, A. A., Ferraz, C. C., Almeida, J. F., & Gomes, B. P. (2015). Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. *Journal of applied oral science: revista FOB*, 23(2), 158–163. <https://doi.org/10.1590/1678-775720130691>
- Rodrigues Filho, J. M. S. (2020). *Goma do cajueiro (Anacardium occidentale): caracterização, microencapsulamento do α -bisabolol e avaliação do efeito cicatrizante em camundongos*. (Dissertação Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Rocha, T. D. F., Cerqueira, J. D. M., & Carvalho, É. D. S. (2018). Persistent endodontic infections: Causes, diagnosis, and treatment. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, 17(1), 78–83.
- Saghiri, M. A., Delvarani, A., Mehrvarzfar, P., Nikoo, M., Lotfi, M., Karamifar, K., Asgar, K., & Dadvand, S. (2011). The impact of pH on cytotoxic effects of three root canal irrigants. *The Saudi dental journal*, 23(3), 149–152. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2011.03.002>

- Simões, C. M. O., Schenkel, E. P., Gosman, G., Palazzo De Mello, J. C., Mentz, L. A., & Petrovick, P. R. (2002). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4a. ed. Porto Alegre / Florianópolis: Editora da Universidade UFRS / Editora da UFSC, 824 p
- Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SIBBr). (2020). *Species: Spondias mombin (cajarana)*. Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/369904>
- Souza, J. A. L. (2017). *Caracterização físico-química e cromatográfica de drogas vegetais de uso tradicional no Nordeste brasileiro*. (Dissertação Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

