

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 27/05/2026.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Leda Atílio Pita

**Matrizes vegetais como fonte de atividade antimicrobiana: métodos
de extração e ação frente a microrganismos de importância em
alimentos**

São José do Rio Preto
2024

Leda Atílio Pita

Matrizes vegetais como fonte de atividade antimicrobiana: métodos de extração e ação frente a microrganismos de importância em alimentos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos

Coorientador: Prof. Dr. Vanildo Luiz Del Bianchi

São José do Rio Preto
2024

P681m Pita, Leda Atílio
Matrizes vegetais como fonte de atividade antimicrobiana: métodos de extração e ação frente a microrganismos de importância em alimentos / Leda Atílio Pita. -- São José do Rio Preto, 2024
89 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto
Orientador: Maurício Bonatto Machado de Castilhos
Coorientador: Vanildo Luiz Del Bianchi

1. Cerrado. 2. Extratos. 3. Compostos bioativos. 4. Atividade antioxidante. 5. Compostos fenólicos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Leda Atílio Pita

**Matrizes vegetais como fonte de atividade antimicrobiana:
métodos de extração e ação frente a microrganismos de
importância em alimentos**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos, Nutrição e Engenharia de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Maurício Bonatto Machado de Castilhos
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto/SP
Orientador

Profa. Dra. Márcia Luzia Rizzatto
IFSP – Câmpus de Matão/SP

Dra. Nathalie Almeida Lopes
Amylum – São José do Rio Preto/SP

São José do Rio Preto
27 de maio de 2024

Dedico este trabalho aos meus pais, como formas de reconhecimento e agradecimento por tanto apoio.

Em especial, ao meu pai, por ter escalado árvores de jenipapo, recolhido sucupiras, colhido pés de picão e de melão-de-São-Caetano – na maior boa vontade e no maior bom humor.

AGRADECIMENTOS

Por algum motivo, o tema escolhido para este trabalho não está relacionado com a linha principal de pesquisa dos meus orientadores (vinificação/bebidas fermentadas). Diante disso, não tínhamos um roteiro pré-pronto, comum de ser seguido no laboratório, e o projeto foi todo montado “pecinha por pecinha”: escolhemos as matérias-primas, as metodologias, compramos reagentes... isso implicou em (muitos) testes e erros que, é claro, ficam de fora dessa dissertação - mas eu quero deixar isso lembrado aqui! E também implicou em um punhado de gente legal que eu conheci porque precisei tirar muitas dúvidas sobre as metodologias. Então, esse projeto foi sendo construído aos pouquinhos e se tornou um trabalho de duas mãos - e algumas cabeças.

Começo agradecendo a Deus e ao meu anjo da guarda, pela vida cheia de possibilidades que tenho e porque sei e sinto que me acompanham a todo momento.

Agradeço aos meus pais, Saulo e Eugênia (Geninha), pelo incentivo em diversas formas (financeiro, psicológico, logístico) e pelo amor que recebo desde que me entendo por gente. Vocês são os amores da minha vida e meus exemplos em diversas virtudes.

À minha prima-irmã Laísa, por estar sempre me ouvindo e aconselhando.

Ao meu orientador, prof. Dr. Maurício Bonatto, por topar um projeto nas adversidades que tem a microbiologia. Por compartilhar muito conhecimento, sempre em uma didática impecável (o que é admirável, especialmente na parte de estatística). Por sustentar essa parceria caótica que fizemos dar certo. Ao meu co-orientador, prof. Dr. Vanildo Del Bianchi, por todo o suporte (incluindo o emocional) que me oferece desde a graduação, quando foi meu orientador de iniciação científica. Por ser essa inspiração como ser humano e como pesquisador. O senhor é um dos motivos que me fizeram querer entrar na pós e ser docente.

Às professoras doutoras Marcia Rizzato e Nathalie Lopes, pelas considerações importantes e norte durante o exame de qualificação.

À técnica do laboratório de microbiologia, Tânia Vinturim, pela admirável competência, pela doçura na forma de explicar e por me ensinar a ver “o copo meio cheio”. Tânia é fora da curva, a pessoa rara que une pessoal e profissional exemplares e me faz escrever aqui com um sorriso no rosto. A parte boa da reforma do laboratório foi poder trabalhar ao seu lado.

Ao Rafael Fulindi, que me ajudou muito na parte de microbiologia com mensagens, áudios, fotos, vídeos, material, sempre com muita paciência. Foi praticamente uma co-orientação, mesmo sem ter nenhum compromisso formal para isso. Muitíssimo obrigada, amiguinho!

À Aline Oliveira, que me fez compreender melhor o que acontecia dentro das microplacas com inóculo e resazurina. À Nayara Rezende, que também me ajudou muito com a resazurina e análise de varredura. Vocês duas nem me conheciam e foram muito solícitas na extensa troca de mensagens, verdadeiros anjos. Muitíssimo obrigada!

À Juliana Santos, pelo auxílio em ensaios nas microplacas.

À Daiane, pela parceria que se iniciou na organização do I Simpósio de Microbiologia, Ciência de Alimentos e Nutrição (SECAN) e se estendeu como ouvido e ombro amigos para diversas ocasiões, mesmo estando do outro lado do Atlântico.

Para Renata, Oneide e Carol, por desbravarem Rio Preto junto comigo. E ainda faltaram muitos lugares para conhecermos, que pena...

Ao Bruno, por tornar meus dias mais bonitos e alegres (e a grama mais verdinha...). Por ser compreensivo com essa etapa final do mestrado.

Às professoras Vânia, Cida e Neuza, pelo empréstimo de equipamentos para o projeto.

Aos técnicos Luiz Carlos e Alana, pelo auxílio em dúvidas e análises.

Aos professores do Departamento de Engenharia e Ciência de Alimentos que atuaram na minha formação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, à qual agradeço.

“O que toca a alma indica o caminho.”

Desconhecido

RESUMO

O ser humano utiliza plantas para cura e tratamento de enfermidades desde tempos remotos. O emprego, iniciado e mantido empiricamente, hoje é justificado com as análises de caracterização destas matrizes; no entanto, ainda há muitas fontes vegetais com pouco estudo a respeito, especialmente as contidas no extenso solo do Brasil. O Cerrado brasileiro ainda é pouco explorado para busca, identificação e extração de compostos e moléculas interessantes para aplicação em alimentos, cosméticos e fármacos. Somando-se o atual movimento de consumidores que buscam por produtos ditos naturais, com reduzida ou nula composição de aditivos sintéticos, este trabalho se justifica e tem por objetivo avaliar a ação antibacteriana, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante de extratos aquosos de três vegetais encontrados no bioma Cerrado: barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) – uso de cascas; jenipapo – polpa e sementes (*Genipa americana*); e frutos de sucupira (*Pterodon spp.*). Cinco bactérias de interesse sanitário em alimentos foram testadas frente o uso dos extratos, sendo elas: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus* e *Pseudomonas aeruginosa*. O projeto se divide em 3 fases: 1) escolha do melhor método extrativo, comparando-se agitação em shaker por 5 horas a 120 rpm; infusão por 5 minutos; decocção por 5 minutos; banho de ultrassom a 40 kHz por 60 minutos; 2) determinação das concentrações inibitória e bactericida mínimas (CIM e CBM), com o extrato produzido com o método definido anteriormente; 3) avaliação da atividade antibacteriana, teor de fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos nos dias 1, 7 e 14 dias a partir da sua produção, armazenados a 20 °C e a 5 °C. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) de um fator, seguido do teste de *Tukey* ($p < 0,05$), ou ao teste t de Student quando aplicável. Na concentração de 20% e via decocção (o método com melhores resultados), barbatimão se mostrou uma poderosa fonte de compostos fenólicos (21500 ± 4212 mg/L) e atividade antioxidante (272 ± 93 mM). Para *S. aureus*, a CBM foi de apenas 0,3125%, para *B. cereus*, 0,625%, e as demais bactérias, 2,5%. O extrato não suporta mais que uma semana em temperatura de 20 °C devido crescimento fúngico, devendo ser armazenado em geladeira. Nessa condição, houve elevação da atividade antioxidante no período de armazenamento por 21 dias. Os extratos de jenipapo e sucupira não puderam ser corretamente avaliados, pois se mostraram inadequados ao protocolo com resazurina. Também não se formou halo de inibição para nenhum método de extração. Decocção se mostrou o melhor método (maior teor de fenólicos totais) para polpa de jenipapo e frutos de sucupira, enquanto shaker foi melhor para sementes de jenipapo.

Palavras-chave: Cerrado. Extratos. Compostos bioativos. Atividade antioxidante. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

Human beings have used plants to cure and treat diseases since ancient times. The use, started empirically, today is justified with the characterization analyzes of these matrices; however, there are few studies about some plants, especially those contained in the extensive soil of Brazil. The Brazilian Cerrado is still bit explored for research and identification of important compounds and molecules for application in foods, cosmetics and pharmaceuticals. Adding to the trend of consumers looking for natural products, with reduced or no composition of synthetic additives, this work is justified and aims to evaluate the antibacterial action, total phenolic content and antioxidant activity of aqueous extracts of three plants found in the Cerrado: barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*) – using barks, genipap (*Genipa americana*) – pulp and seeds; and sucupira fruits (*Pterodon spp.*). Five bacterias of food interest were tested: *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus* and *Pseudomonas aeruginosa*. The project is divided into 3 phases: 1) choosing the best extraction method, comparing shaking in a shaker for 5 hours at 120 rpm; infuse for 5 minutes; decoction for 5 minutes; ultrasound bath at 40 kHz for 60 minutes; 2) determination of the minimum inhibitory and bactericidal concentrations (MIC and MBC), with the extract produced with the previously defined method; 3) evaluation of the antibacterial activity, total phenolic content and antioxidant activity of the extracts on days 1, 7 and 14 after their production, stored at 20 °C and 5 °C. The results were submitted to one-way Analysis of Variance (ANOVA), followed by Tukey's test ($p < 0.05$), or Student's t-test when applicable. At a concentration of 20% and via decoction (the method with the best results), barbatimão proved to be a powerful source of phenolic compounds (21500 ± 4212 mg/L) and antioxidant activity (272 ± 93 mM). For *S. aureus*, the MBC was only 0.3125%, for *B. cereus*, 0.625%, and the others, 2.5%. The extract cannot withstand more than a week at a temperature of 20 °C due fungal growth and must be stored in the refrigerator. In this condition, there was an increase in antioxidant activity during the 21-day storage period. Genipap and sucupira extracts could not be correctly evaluated, as they proved to be unsuitable for the resazurin protocol. There was also no inhibition halo for any extraction method. Decoction proved to be the best method (higher total phenolic content) for genipap pulp and sucupira fruits, while shaker was better for genipap seeds.

Keywords: Brazilian Cerrado. Extracts. Bioactive compounds. Antioxidant activity. Phenolic compounds.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura química de um hidroxibenzeno, também chamado de fenol.	29
Figura 2. Classificação dos compostos fenólicos e alguns exemplos.	30
Figura 3. Estrutura de alguns taninos.....	31
Figura 4. Biomas brasileiros.....	34
Figura 5. A: árvore de <i>Stryphnodendron adstringens</i> ; B: destaque para seu tronco de casca fendida; C: folhas e inflorescência.	38
Figura 6. Jenipapos maduros.....	39
Figura 7. Árvore de <i>Pterodon spp.</i> utilizada no projeto e suas flores.	41
Figura 8. Fruto de sucupira rodeado por sua ala (a esquerda) e sua semente (a direita).	42
Figura 9. Cascas de barbatimão.	46
Figura 10. Polpa de jenipapo cortada em cubos e suas sementes.	47
Figura 11. Montagem para infusão e decocção, agitação por shaker e banho de ultrassom.....	48
Figura 12. Curva de calibração para atividade antioxidante pelo método de redução do radical DPPH.....	50
Figura 13. Curva de calibração para teor de compostos fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu.....	51
Figura 14. Esquema de placa utilizada para determinar a concentração bactericida mínima	57
Figura 15. Extratos aquosos de barbatimão a 20% elaborados com os métodos: agitação em shaker, infusão, decocção e ultrassom (em ordem, da esquerda para a direita).	59
Figura 16. Extratos aquosos de polpa de jenipapo a 45% elaborados com os métodos: infusão, decocção, ultrassom e agitação em shaker (em ordem, da esquerda para a direita).	62
Figura 17. Extratos aquosos de semente de jenipapo a 50% elaborados com os métodos: infusão, decocção, ultrassom e agitação em shaker (em ordem, da esquerda para a direita).	62

Figura 18. Extratos aquosos de frutos de sucupira a 40% elaborados com os métodos: infusão, decocção, ultrassom e agitação em shaker (em ordem, da esquerda para a direita).	64
Figura 19. Placas inoculadas com <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. enteritidis</i> (acima), <i>P. aeruginosa</i> e <i>B. cereus</i> (embaixo) e a inibição proporcionada pelos extratos de <i>S. adstringens</i> produzidos em shaker e em ultrassom.	66
Figura 20. Destaque para as colônias jovens formadas no período de incubação. Em vermelho, o halo inicial, e em azul, o halo final, considerado na medição. 67	
Figura 21. Microplaca com resazurina em testes para extratos de polpa e semente de jenipapo e sucupira. Suas laterais contêm indicações das amostras testadas, em que “ultr.” = ultrassom, “shak.” = shaker e “inf.” = infusão.....	69
Figura 22. Gráficos de varredura para extratos de polpa de jenipapo sem (A) e com (B) adição de resazurina.....	70
Figura 23. Gráficos de varredura para extratos de semente de jenipapo sem (A) e com (B) adição de resazurina.....	71
Figura 24. Análise de varredura para extratos de sucupira com resazurina. ...	73
Figura 25. Leitura de placa para concentração bactericida mínima.	75
Figura 26. Contaminação fúngica observada nos extratos armazenados a 20 °C e confirmação da presença de fungos, com inoculação em ágar Mueller-Hinton	77
Figura 27. Atividade antioxidante (a esquerda) e teor de fenólicos totais (a direita) dos extratos produzidos na CBM e armazenados a 5 °C.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de resultados apontados em duas importantes bases de dados.	36
Tabela 2. Resultados de pH, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média ± desvio padrão) dos extratos de barbatimão a 20%.	59
Tabela 3. Resultados de pH, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média ± desvio padrão) dos extratos de polpa de jenipapo.	62
Tabela 4. Resultados de pH, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média ± desvio padrão) dos extratos de semente de jenipapo.	63
Tabela 5. Comparação entre os melhores métodos de obtenção dos extratos de jenipapo – polpa e semente.	63
Tabela 6. Resultados de pH, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais (média ± desvio padrão) dos extratos de sucupira a 40%.	65
Tabela 7. Halos de inibição (mm) proporcionados pelos diferentes métodos de obtenção do extrato aquoso de <i>S. adstringens</i> contra as bactérias testadas. .	66
Tabela 8. Concentrações bactericidas mínimas dos extratos aquosos de <i>S. adstringens</i> contra as bactérias testadas.	76
Tabela 9. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais dos extratos produzidos na CBM e armazenados a 5 °C por 21 dias.	77
Tabela 10. Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais dos extratos produzidos na CBM e armazenados a 20 °C por 7 dias.	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
ATCC	<i>American Type Culture Collection</i>
BOD	Demanda bioquímica de oxigênio
CBM	Concentração bactericida mínima
CFT	Compostos fenólicos totais
CIM	Concentração inibitória mínima
CLSI	<i>Clinical and Laboratory Standards Institute</i>
DPPH	2,2-difenil-1-picrilhidrazila
DTA	Doença transmitida por alimento
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MM	Massa molar
OMS	Organização Mundial da Saúde
PANC	Plantas alimentícias não convencionais
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UV-VIS	Ultravioleta-visível

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius
µL	Microlitro
µm	Micrômetro
cm	Centímetro
kHz	KiloHertz
mg/L	Miligramma/litro
mL	Mililitro
nm	Nanômetro
p/p	Relação peso/peso
pH	Potencial hidrogeniônico
rpm	Rotações por minuto
UFC/mL	Unidades formadoras de colônia/mililitro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1.	Objetivo geral	19
2.2.	Objetivos específicos.....	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1.	Considerações gerais	20
3.2.	Microrganismos e segurança do alimento	21
3.2.1.	<i>Staphylococcus aureus</i>	22
3.2.2.	<i>Escherichia coli</i>	23
3.2.3.	<i>Salmonella enteritidis</i>	24
3.2.4.	<i>Bacillus cereus</i>	25
3.2.1.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25
3.3.	Ação antimicrobiana de matrizes vegetais	26
3.4.	Compostos fenólicos	28
3.4.1.	Atividade antioxidante.....	32
3.5.	O Cerrado.....	33
3.5.1.	Frutos do Cerrado e sua ação antimicrobiana	35
3.5.1.1.	Barbatimão	37
3.5.1.2.	Jenipapo	39
3.5.1.3.	Sucupira	40
3.6.	Extratos	42
3.6.1.	Infusão.....	43
3.6.2.	Decocção.....	43
3.6.3.	Maceração dinâmica.....	44
3.6.4.	Extração assistida por ultrassom	44
4	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1.	Matrizes vegetais e seus derivados.....	45
4.1.1.	Obtenção das matrizes vegetais.....	45
4.1.1.	Preparo dos extratos	46
4.2.	Análises de caracterização	48
4.2.1.	Umidade	48
4.2.2.	pH.....	49

4.2.3.	Atividade antioxidante.....	49
4.2.4.	Compostos fenólicos totais.....	50
4.3.	Atividade antibacteriana <i>in vitro</i>	51
4.3.1.	Inóculos bacterianos.....	51
4.3.2.	Padronização dos inóculos bacterianos	51
4.3.3.	Esterilização dos extratos.....	52
4.3.4.	Avaliação de sensibilidade das bactérias aos extratos.....	53
4.4.	Avaliação do extrato pelo período de 21 dias.....	57
4.5.	Análise de varredura.....	57
4.6.	Análise dos dados	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1.	Caracterização dos extratos	59
5.1.1.	Barbatimão	59
5.1.2.	Jenipapo – polpa e semente.....	61
5.1.1.	Sucupira	64
5.2.	Atividade antibacteriana	65
5.2.1.	Barbatimão	65
5.2.2.	Jenipapo – polpa e semente.....	68
5.2.3.	Sucupira	72
5.3.	Concentração bactericida mínima	74
5.4.	Avaliação temporal do extrato	76
6	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIAS.....	81

1 INTRODUÇÃO

Desde tempos remotos a humanidade emprega o que encontra na natureza para tratar enfermidades, sendo essa, ainda, a única opção em algumas comunidades. Os vegetais utilizados na cura e/ou prevenção de doenças ganharam a designação de “plantas medicinais” e ainda são manipulados de diversas formas, com uso em chás, emplastros, compressas, inalações, xaropes e outros. Essa aplicação teve início e se manteve de maneira empírica, uma vez que, obtido o resultado procurado (por exemplo, um efeito calmante, diminuição da temperatura corporal, melhora de dor de garganta), o tratamento era consolidado como eficiente, sem que se soubesse o porquê do efeito observado.

Hoje, as metodologias científicas permitem que estas plantas sejam vastamente estudadas, de modo a comprovar sua eficiência e caracterizar os componentes que possuem. Inclusive, os compostos de interesse podem ser extraídos e aplicados em outros produtos, como medicamentos, alimentos e cosméticos, e até em embalagens inteligentes. De encontro a essa aplicação, tem-se a atual preferência da sociedade ocidental pelo “natural”, em contraposição ao artificial e industrializado. Desta forma, os compostos extraídos de plantas ganham espaço para serem empregados como substitutos dos aditivos sintéticos, podendo ser utilizados como corantes, conservantes, antioxidantes e antimicrobianos naturais.

Há uma vasta quantidade de espécies vegetais no Brasil, com estimativas de que o país abrigue cerca de 20% da flora mundial (Carvalho; Conte Junior, 2021). Por consequência, um potencial grandioso de fitoquímicos com bioatividade e uma gama de aplicações escondem-se nestas terras. Este trabalho de mestrado lança o olhar sobre o Cerrado, segundo maior bioma brasileiro (IBGE, 2023), amplamente desmatado e ainda pouco explorado em suas potencialidades.

A ação contra bactérias, fungos e vírus é uma atividade procurada em plantas medicinais e em vegetais no geral. Uma vez que os microrganismos podem desenvolver resistência aos antimicrobianos já utilizados (e esta é a realidade impulsionada pelo uso indevido de antibióticos), encontrar compostos

com capacidade de inibir o crescimento dos microrganismos ou de matá-los é um esforço atual e importante.

Importante lembrar que a potência dos microrganismos e a fragilidade do ser humano em combatê-los foi escancarada ao mundo pela recente pandemia de SARS-CoV-2 (Covid-19). Em contrapartida, colocou em evidência a importância da pesquisa científica realizada por pesquisadores competentes e com uso de metodologias adequadas.

Existem muitos motivos para se estudar matrizes vegetais, uma vez que elas abrigam substâncias que possuem atividades diversas (antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, antinociceptiva e outros “antis”) e podem ser aplicadas a interesses variados. Este trabalho almeja colaborar na construção do conhecimento na área e tem como força motriz a curiosidade da aluna-pesquisadora em formação e seu desejo de contribuir com o mundo (o caminho é longo, sabemos...).

Àqueles que passarem por estas páginas: boa leitura!

7 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu obter as seguintes conclusões:

- Decocção é o método mais adequado para produzir extratos a partir de cascas de barbatimão, polpa de jenipapo e frutos de sucupira.
- Maceração dinâmica via shaker é o melhor processo para sementes de jenipapo.
- Entre as três matrizes estudadas, os extratos de jenipapo retornaram em menor atividade antioxidante e teor de compostos fenólicos totais, ao passo que os de barbatimão conferiram os melhores resultados.
- Não foi possível avaliar a atividade antibacteriana dos extratos de jenipapo e sucupira com os métodos adotados.
- O decocto de barbatimão apresentou atividade bactericida, com espectro de atuação contra bactérias Gram-positivas (*S. aureus* e *B. cereus*) e Gram-negativas (*E. coli*, *S. enteritidis* e *P. aeruginosa*).
- Recomenda-se que os extratos de barbatimão sejam armazenados em refrigeração. Ainda, o tempo de armazenamento promove aumento na sua capacidade antioxidante.
- O extrato de barbatimão obtido por decocção em água por 5 minutos é uma fonte potente de compostos fenólicos e de atividade antioxidante, sendo promissor para estudos que almejam aplicação de matéria-prima com essas propriedades.

REFERÊNCIAS

- ALARA, O. R.; ABDURAHMAN, N. H.; UKAEGBU, C. I. Extraction of phenolic compounds: A review. *Current research in food science*, 4, 200–214, 2021.
- ARRUDA, H. S.; ARAÚJO, M. V. L.; MAROSTICA JUNIOR, M. R. Underexploited Brazilian Cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. *Food Chemistry: molecular sciences*. v. 5. p. 1 – 22, 2022.
- ASSIS, R. C; MONTEIRO, G. R.; VALENTIM, A. B.; MAIA, C. S. S. C.; FELIPE, S. M. S.; RABELO, C. A. F.; CECCATTO, V. M.; ALVES, C. R. Biological properties of bioactive compounds from the fruit and leaves of the genipap tree (*Genipa americana* L.): a systematic review. *Food Bioscience*, [S.L.], v. 53, p. 102514. Elsevier BV. 2023.
- ÁVILA-ROMÁN, J; SOLIZ-RUEDA, J. R.; BRAVO, F. I. ARAGONÈS, G.; SUÁREZ, M.; AROLA-ARNAL, A.; MULERO, M.; SALVADÓ, M.; AROLA, L.; TORRES-FUENTES, C. Phenolic compounds and biological rhythms: who takes the lead? *Trends In Food Science & Technology*, [S.L.], v. 113, p. 77-85, Elsevier BV, 2021.
- BAINES, D.; SEAL, R. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings*. Elsevier, 2012.
- BALDIVIA, D.; LEITE, D.; CASTRO, D.; CAMPOS, J.; SANTOS, U.; PAREDES-GAMERO, E.; CAROLLO, C.; SILVA, D.; SOUZA, K. P.; SANTOS, E. Evaluation of In Vitro Antioxidant and Anticancer Properties of the Aqueous Extract from the Stem Bark of *Stryphnodendron adstringens*. *International Journal Of Molecular Sciences*, [S.L.], v. 19, n. 8, p. 2432, 2018.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G.. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 123-130. FapUNIFESP (SciELO). 1999.
- BIOMAS brasileiros. IBGE. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/18307-biomas-brasileiros.html>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v. 52, n. 2, p. 67-87, 2001.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, London, v. 28, p. 25-30, 1995

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Microbiologia Clínica para o Controle de Infecção Relacionada à Assistência à Saúde. Módulo 10 – Detecção dos Principais Mecanismos de Resistência Bacteriana aos Antimicrobianos pelo Laboratório de Microbiologia Clínica/Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Brasília: Anvisa, 2020.
- BRASIL. Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2 ed., 2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 724, de 1 de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário oficial da União, Brasília, 6 de julho de 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Instrução normativa n° 211, de 1 de março de 2023. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 8 de março de 2023.
- CARDONA, F.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; TULIPANI, S.; TINAHONES, F. J.; QUEIPO-ORTUÑO, M. I. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *The Journal of nutritional biochemistry*, 24(8), 1415–1422, 2013
- CAROCHO, M; MORALES, P; FERREIRA, I. C. F. R. Natural food additives: *Quo vadis?* Trends in food Science and technology. V. 45, p. 284-295, 2015.
- CARVAHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica ; Colombo, PR : Embrapa Florestas, 2003. 1.039p. v. 1.
- CARVAHO, P. E. R. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica ; Colombo, PR : Embrapa Florestas, 627 p. v. 2, 2006.
- CARVALHO, A. P. A. de; CONTE-JUNIOR, C. A. Health benefits of phytochemicals from Brazilian native foods and plants: Antioxidant, antimicrobial, anti-cancer, and risk factors of metabolic/endocrine disorders control. Trends in Food Science & Technology, [s. l.], v. 111, p. 534–548, 2021.
- CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2.

Campinas: Editora Unicamp, 2003.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). M07-A9: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standard – Wayne, Estados Unidos: NCCLS, 9 ed., v. 32, n.2, 2012.

CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE (CLSI). Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico. Wayne, Estados Unidos: NCCLS, 2 ed., v. 23, n. 1, 2003.

DE CARVALHO, A. T.; PAES, M. M.; CUNHA, M. S.; BRANDÃO, G.C.; MAPELI, A. M.; RESCIA, V. C.; OESTERREICH, S. A.; VILLAS-BOAS, G. R. Ethnopharmacology of Fruit Plants: A Literature Review on the Toxicological, Phytochemical, Cultural Aspects, and a Mechanistic Approach to the Pharmacological Effects of Four Widely Used Species. *Molecules* , 25, 3879, 2020.

DE CASTILHOS, M. B. M. Desenvolvimento e caracterização de vinhos tintos a partir de uvas cultivadas no noroeste paulista. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2012.

DE CASTILHOS, M.B.M; CORRÊA, O. L. D. S; ZANUS, M. C, MAIA, J. D. G; GÓMEZ-ALONSO, S; GARCÍA-ROMERO, E; DEL BIANCHI, V. L; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Pre-drying and submerged cap winemaking: Effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part I: BRS Rúbea and BRS Cora. *Food Research International*. p. 374-384, 2015.

DE CASTILHOS, M. B. M. Vinificação em tinto de uvas americanas: efeito das técnicas de pré-secagem das uvas e de chapéu submerso nos perfis químico e sensorial. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2016.

DE JÚNIOR, D. L. S.; DA SILVA, Í. M.; BENJAMIM, L. E.; TEOTÔNIO, O.; GONÇALVES, F. J.; TÔRRES, C. M.; SALVIANO, R. C.; LEANDRO; LOPES, M.J.P.; DE AQUINO, P. E. A.; et al. Efeito antimicrobiano e modulador do extrato hidroalcoólico de *Genipa americana* (Jenipapo). *Rev. Saúde (Sta. Maria)* 2019.

DELFIANIAN, M.; SAHARI, M. A. Improving functionality, bioavailability, nutraceutical and sensory attributes of fortified foods using phenolics-loaded nanocarriers as natural ingredients. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 137, 109555. 2020.

DONATI, M.; MONDIN, A.; CHEN, Z.; MIRANDA, F. M.; DO NASCIMENTO, B. B.; SCHIRATO, G.; FROLDI, G. Radical scavenging and antimicrobial activities of *Croton zehntneri*, *Pterodon emarginatus* and *Schinopsis brasiliensis* essential oils and their major constituents: estragole, *trans*-anethole, β -caryophyllene and myrcene. *Natural Product Research*, 29(10), 939–946, 2015

DOS SANTOS J. G.; FERNANDES C. C.; SILVA N. B. S. Volatile compounds of hexane extract from *Pterodon pubescens* Benth seeds and its significant *in vitro* potential against different bacterial strains. *Natural Product Research*, 2023.

DOYLE, M. P; BUCHANAN, R. L. Michael. *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers*. 4ed. Whashington: ASM Press, 2013.

DUTA, R. C.; LEITE, M. N.; BARBOSA, N. R. Quantification of phenolic constituents and antioxidant activity of *Pterodon emarginatus* vogel seeds. *International journal of molecular sciences*, 9(4), 606–614, 2008.

DUTRA, R. C; CAMPOS M. M; SANTOS A. R.; CALIXTO, J. B. Medicinal plants in Brazil: Pharmacological studies, drug discovery, challenges and perspectives. *Pharmacological research*. 2016; 112:4-29, 2016.

FARHA, A.K., YANG, Q., KIM, G., LI, H., ZHU, F., LIU, H., GAN, R., & CORKE, H. Tannins as an alternative to antibiotics. *Food bioscience*, 38, 100751, 2020.

FORSYTHE, S. J. *Microbiologia da segurança dos alimentos*. 2. ed. Porto Alegre : Artmed, 2013.

GONÇALVES, A. L. Estudo da atividade antimicrobiana de algumas árvores medicinais nativas com potencial de conservação/recuperação de florestas tropicais. 209p. Tese (Doutorado em Ciências biológicas). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

GUARLADO, L. O que é Cerrado: características e biodiversidade. IPAM Amazônia. Disponível em: https://ipam.org.br/o-que-e-cerrado-caracteristicas-biodiversidade-e-desmatamento/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw5lmwBhBtEiwAFHDZx16BeYjs-Uqj62vUVREuLpQQFBORRnD7GHZYd_N30g0JyBr3nAnRGhoC6VoQAvD_BwE. Acesso em: 10 mar. 2024.

HOLETZ, F. B., PESSINI, G. L., SANCHES, N. R., CORTEZ, D. A., NAKAMURA, C. V., & FILHO, B. P. Screening of some plants used in the Brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz*, 97(7), 1027–1031. 2002.

- HORTO Didático de Planta Mediciniais do HU/CCS. Sucupira-branca. Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://hortodidatico.ufsc.br/sucupira-branca/>. Acesso em: 07 mar. 2024.
- JOLLY, A.; HOUR, Y.; LEE, Y. C. An outlook on the versatility of plant saponins: A review. *Fitoterapia*, 174, 105858, 2024.
- JORGE, N. Química e tecnologia de óleos vegetais. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 165p, 2009.
- KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. 2007. 590 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- LAMEIRA, O. A.; SANTOS, M. A. C. dos; PARACAMPO, N. E. N. P.; FERREIRA, M. C. *Stryphnodendron adstringens*: Barbatimão. In: CORADIN, L.; CAMILLO, J.; VIEIRA, I. C. G. (ed.). Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: MMA, 2022. p. 1088-1094, 2022.
- LI, Y.; KONG, D.; FU, Y.; SUSSMAN, M. R.; WU, H. The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant physiology and biochemistry*. v. 148, p. 80–89, 2020.
- LIMA NETO, G. A.; KAFFASHI, S.; LUIZ, W. T.; FERREIRA, W. R.; DIAS DA SILVA, Y. S. A., PAZIN, G. V.; VIOLANTE, I. M. P. Quantificação de metabólitos secundários e avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de algumas plantas selecionadas do Cerrado de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, n. 4, p. 1069–1077, 2015.
- MACHADO, T. F.; BRUNO, L. M. Potencial uso de antimicrobianos de plantas na conservação de alimentos. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 17 p., 2022.
- MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; BENDER, K. S.; BUCKLEY, D. H.; STAHL, D. A. *Microbiologia de Brock*. 14 ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.
- MAMARI, H. A. Phenolic Compounds: Classification, Chemistry, and Updated Techniques of Analysis and Synthesis. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.98958. 2021.
- MENDES, V. S.; SANT'ANNA, J. B.; OLIVEIRA, S. C. C.; MALDONADE, I. R.; MACHADO, E. R.. Inhibitory Effects of *Pterodon emarginatus* Bean Oil and Extract on *Staphylococcus aureus*. *Pharmacognosy research*, 9(4), 348–353. 2017.

MINISTÉRIO da Saúde. Febre tifoide. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/f/febre-tifoide#:~:text=Nesse%20contexto%2C%20a%20Febre%20Tifoide,nas%20regi%C3%B5es%20Norte%20e%20Nordeste>. Acesso em: 03 mar. 2024.

MOLINO, S., PILAR FRANCINO, M., & ÁNGEL RUFÍAN HENARES, J. Why is it important to understand the nature and chemistry of tannins to exploit their potential as nutraceuticals?. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 173(Pt 2). 2023.

NASCIMENTO, K. M.; SILVA, L. A.; CAVALHEIRO, J. B.; MADRONA, G. S.; SCAPIM, M. R. S.; BERGAMASCO, R. C. Otimização das condições de extração para compostos bioativos em barbatimão (*Stryphnodendron Adstringens* (Mart.) Coville) usando metodologia de superfície de resposta. *Brazilian Journal Of Development*, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 24882-24898, *Brazilian Journal of Development*, 2020.

NERI-NUMA, I. A., PESSÔA, M. G., ARRUDA, H. S., PEREIRA, G. A., PAULINO, B. N., ANGOLINI, C. F. F., RUIZ, A. L. T. G., & PASTORE, G. M. Genipap (*Genipa americana* L.) fruit extract as a source of antioxidant and antiproliferative iridoids. *Food research international (Ottawa, Ont.)*, 134, 109252. 2020.

NIETO, G.; ROS, G.; CASTILLO, J. Antioxidant and antimicrobial properties of rosemary (*Rosmarinus officinalis*, L.): A Review. *Medicines (Basel, Switzerland)*, v. 5, n. 3, 2018.

OLIVEIRA, J. R.; DE CASTRO, V. C.; DAS GRAÇAS FIGUEIREDO VILELA, P.; CAMARGO, S. E.; CARVALHO, C. A.; JORGE, A. O.; DE OLIVEIRA, L. D. Cytotoxicity of Brazilian plant extracts against oral microorganisms of interest to dentistry. *BMC complementary and alternative medicine*, 13, 208. 2013.

OMENA, Cristhiane Maria Bazílio; VALENTIM, Iara Barros; GUEDES, Glaucivane da S.; RABELO, Luiza A.; MANO, Camila Marinho; BECHARA, Etelvino José Henriques; SAWAYA, Alexandra C.H.F.; TREVISAN, Maria Teresa Salles; COSTA, João Gomes da; FERREIRA, Roberta Costa Silva. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. *Food Research International*, [S.L.], v. 49, n. 1, p. 334-344. Elsevier BV. 2012.

PALOMINO, J.C.; MARTIN, A.; CAMACHO, M.; GUERRA, H.; SWINGS, J.; PORTAELS, F. Resazurin Microtiter Assay Plate: simple and inexpensive method for detection of drug resistance in *Mycobacterium tuberculosis*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, v. 46, n. 8, p. 2720-2722, 2002.

- PASTERAN, F., et al. Development and validation of simple tests (agar spot, colistin drop, 1ml-broth disk elution MIC and tablet pre-diffusion) as an alternative to improve accuracy in screening chromosomal and plasmid-mediated colistin resistance in Gram-negative bacilli. ECCMID. 2018.
- PISOSCHI, A. M.; POP, A.; GEORGESCU, C.; TURCUS, N. K.; OLAH, E. M. An overview of natural antimicrobials role in food. European Journal of Medicinal Chemistry, 2018. doi: 10.1016/j.ejmech.2017.11.095.
- PROMEGA. CellTiter-Blue® cell viability assay instructions for use of products. 2022. Disponível em: <https://www.promega.com/-/media/files/resources/protocols/technical-bulletins/101/celltiter-blue-cell-viability-assay-protocol.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2024.
- PROMEGA. Como medir a viabilidade celular? Disponível em: <https://www.promega.com.br/c/blog-jovem-pesquisador/articles/teste-de-viabilidade-celular/>. Acesso em 5 abr. 2024.
- RAKHOLIYA, K.; VAGHELA, P.; RATHOD, T.; CHANDA, S. Comparative study of hydroalcoholic extracts of *Momordica charantia* L. against foodborne pathogens. Indian journal of pharmaceutical sciences. v. 76, n. 2, p. 148– 156. 2014.
- REIS, A. F.; SCHMIELE, M. Características e potencialidades dos frutos do Cerrado na indústria de alimentos. Brazilian Journal of Food Technology, v. 22, e. 2017150, 2019.
- RIBEIRO, M. M. S.; SANTOS, L. C.; NOVAIS, N. S.; VIGANÓ, Juliane; VEGGI, P. C. An evaluative review on *Stryphnodendron adstringens* extract composition: current and future perspectives on extraction and application. Industrial Crops And Products, [S.L.], v. 187, p. 115325, Elsevier BV, 2022.
- ROCHA, D. M. S. Aspectos taxonômicos, genéticos e reprodutivos de *Pterodon pubescens* (Benth.) Benth. e *P. emarginatus* Vog. (Leguminosae, Dipteryxaceae). 2006. 117p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.
- SANTOS FILHO, P. R. dos; FERREIRA, L. A; GOUVÊA, C. M. C. Paiva. Protective action against chemical-induced genotoxicity and free radical scavenging activities of *Stryphnodendron adstringens*. Revista Brasileira de Farmacognosia, [S.L.], v. 21, n. 6, p. 1000-1005, dez. 2011. Springer Science and Business Media LLC, 2011.
- SANTOS, Fabíola Brandão dos; RAMOS, Maria Isabel Lima; MIYAGUSKU, Luciana. Antimicrobial activity of hydroalcoholic extracts from genipap, baru and

taruma. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 47, n. 8, p. 1-6, FapUNIFESP (SciELO), 2017.

SANTOS, Suzana C.; COSTA, Wesley F.; BATISTA, Fernando; SANTOS, Lúcio R.; FERRI, Pedro H.; FERREIRA, Heleno D.; SERAPHIN, José C.. Seasonal variation in the content of tannins in barks of barbatimão species. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, [S.L.], v. 16, n. 4, p. 552-556, Springer Science and Business Media LLC, 2006.

SHENOY, N.; STENSON, M.; LAWSON, J. *et al.* Drugs with anti-oxidant properties can interfere with cell viability measurements by assays that rely on the reducing property of viable cells. *Lab Invest* 97, 494–497, 2017.

SIDANA, J., SINGH, B., & SHARMA, O. P. Saponins of Agave: Chemistry and bioactivity. *Phytochemistry*, 130, 22–46, 2016.

SIDDIQ, M.; DOLAN, K. D. Characterization of polyphenol oxidase from blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food chemistry*, 218, 216–220. 2017.

SILVA, I. D.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, M. R.; CUNHA, M. G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 35 (2): 109-115, 2005.

SINGH, S. Antioxidant nanozymes as next-generation therapeutics to free radical-mediated inflammatory diseases: A comprehensive review. *International journal of biological macromolecules*, 260, (Pt 1), 129374, 2024.

Sistema da Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr). Disponível em: <https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/291536#names>. Acesso em 12 de mar. de 2024.

SLINKARD, K.; SINGLETON, V. L. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v. 28, p. 49-55, 1977.

SOARES, H. Um surto de origem alimentar que ficou na história: Jack in the Box. *Food Safety Brazil*, 2013. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/vinte-anos-surto-alimentar-jack-in-the-box/>. Acesso em: 02 fev. 2024.

SOONG, Y.; BARLOW, P. J. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. *Food Chemistry*, [S.L.], v. 88, n. 3, p. 411-417, Elsevier BV, 2004.

SOUZA, G. H. B.; MELLO, J. C. P.; LOPES, N. P. *Farmacognosia: coletânea científica*. Ouro Preto: UFOP, 2011. 372 p.

SOUZA, T. M.; MOREIRA, R. R. D.; PIETRO, R. C. L. R.; ISAAC, V. L. B. Avaliação da atividade anti-séptica de extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e de preparação cosmética contendo este extrato. Revista Brasileira de Farmacognosia, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 71-75, mar. Springer Science and Business Media LLC, 2007.

SPOSITO, L. Caracterização biológica e prospecção terapêutica de *Casearia sylvestris* Swartz não incorporada e incorporada em sistema nanoestruturado na atividade anti-*Helicobacter pylori*. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 96 p., 2017.

TILLEY, A; MCHENRY, M. P; MCHENRY, J. A.; SOLAH, V.; BAYLISS, K. Enzymatic browning: The role of substrates in polyphenol oxidase mediated browning. Current Research in Food Science. v. 7, p. 100623, 2023.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 16 p., 2010.

ZHANG Q. W.; LIN L. G.; YE W. C. Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. Chinese Medicine. 2018;13:20, 2018.