

Artigo

Ação Antibacteriana e Composição Fenólica do Óleo Essencial dos Frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi frente a Patógenos Multirresistentes

Braga, N. S. M.;* Tenório, A. G.; Silva, C. B. V.; Oliveira, E. R.; Pires, L. L. S.; Santos, A. F.

Rev. Virtual Quim., 2020, 12 (5), 00-00. Data de publicação na Web: 4 de Agosto de 2020

<http://rvq.sbq.org.br>

Antibacterial Action and Phenolic Composition of the Essential Oil of the Fruits of *Schinus terebinthifolius* Raddi Against Multidrug-Resistant Pathogens

Abstract: Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) is a bacterium that causes serious infections in various parts of the body that are difficult to treat due to the few therapeutic options currently available. This fact has aroused interest in the use of essential oils as antimicrobial sources. Aroeira (*Schinus terebinthifolius*) is a common plant of the coastal vegetation of the northeastern states that has several medicinal properties. In previous studies carried out by the research group, an antimicrobial action was detected in the raw essential oils of the aroeira, which motivated this research, which aims to verify the effect of the hexane fractions of the essential oils of the green and mature fruits of the aroeira in multiresistant bacteria of the MRSA type by broth microdilution method. The hexane fraction of the mature fruit showed antibacterial activity against MRSA and Methicillin-resistant *Staphylococcus epidermidis* (MRS) causing nosocomial infection, with MIC ranging from 1 to 0.5 %. The fraction of the green fruit of the aroeira did not present antistaphylococcal action. This fact is related to the chemical composition and maturation of the fruits, an influence factor in the action of the same fruit in different maturation stages.

Keywords: Antimicrobials; medicinal properties; essential oils; *Schinus terebinthifolius*; aroeira.

Resumo

Staphylococcus aureus resistente à metilina (MRSA) é uma bactéria que causa infecções graves em diversas partes do corpo, às quais são difíceis de tratar, devido às poucas opções terapêuticas atualmente disponíveis. Esse fato tem despertado interesse no uso de óleos essenciais como fontes antimicrobianas. A aroeira (*Schinus terebinthifolius*) é planta comum da vegetação litorânea dos estados nordestinos que possui várias propriedades medicinais. Em trabalhos anteriores realizados pelo grupo de pesquisa foi detectada ação antimicrobiana nos óleos essenciais brutos da aroeira, o que motivou a realização desta pesquisa, que tem como objetivo verificar o efeito das frações hexânicas dos óleos essenciais dos frutos verdes e maduros da aroeira em bactérias multirresistentes do tipo MRSA pelo método de microdiluição em caldo. A fração hexânica do fruto maduro apresentou atividade antibacteriana contra MRSA e *Staphylococcus epidermidis* resistente à metilina (MRS) causadores de infecção hospitalar, com CIM variando de 1 a 0,5 %. A fração do fruto verde da aroeira não apresentou ação antiestafilocócica. Esse fato está relacionado com a composição química e maturação dos frutos, fator influenciável na ação do mesmo fruto em diferente estado de maturação.

Palavras-chave: Antimicrobianos; propriedades medicinais; óleos essenciais; *Schinus terebinthifolius*; aroeira.

* Centro Universitário CESMAC, Campus Eduardo Almeida, Rua Cônego Machado 918, CEP 57051-160, Farol, Maceió-AL, Brasil.

 aldenirfeitosa@gmail.com

DOI: [10.21577/1984-6835.20200087](https://doi.org/10.21577/1984-6835.20200087)

Ação Antibacteriana e Composição Fenólica do Óleo Essencial dos Frutos de *Schinus terebinthifolius* Raddi frente a Patógenos Multirresistentes

Nayara Soares de Mendonça Braga,^{a,*} Amanda Guedes Tenório,^a Clara Bárbara Vieira e Silva,^a Evilly Rodrigues Oliveira,^a Luana Luzia Santos Pires,^a Aldenir Feitosa Santos^b

^a Centro Universitário CESMAC; Campus Eduardo Almeida, Rua Cônego Machado 918, Farol, CEP 57051-160, Maceió-AL, Brasil.

^b Centro Universitário CESMAC; Campus Professor Elias Passos Tenório; Cônego Machado 825, Farol, CEP 57051-160, Maceió-AL, Brasil.

*aldenirfeitosa@gmail.com

Recebido em 29 de Setembro de 2018. Aceito para publicação em 30 de Junho de 2020.

1. Introdução

2. Materiais e Métodos

2.1. Tipo de estudo

2.2. Extração do óleo essencial

2.3. Preparação do óleo essencial

2.4. Análise fitoquímica

2.5. Determinação de compostos fenólicos

2.6. Determinação quantitativa de flavonoides

2.7. Atividade antibacteriana e concentração inibitória mínima

3. Resultados

4. Discussão

5. Conclusão

1. Introdução

Nos últimos anos, tem havido um interesse considerável na procura de compostos antimicrobianos de fontes naturais para o controle de doenças humanas. O mercado constantemente dirige sua atenção para metabólitos secundários produzidos pelas plantas para verificar suas propriedades e avaliar sua possível utilização na indústria, que por sinal está aumentando devido ao crescente desenvolvimento de resistência dos microorganismos aos antimicrobianos mais utilizados.¹

Atualmente, é notório um aumento significativo na frequência de isolamento de bactérias que eram reconhecidamente sensíveis a drogas rotineiramente usadas na clínica, mas que agora se apresentam resistentes aos fármacos disponíveis no mercado. Tal fato torna-se relevante, pois é crescente o número de pacientes em hospitais com imunidade suprimida e com isso susceptíveis a novas infecções, elevando os riscos de morbidade e mortalidade.^{2,3}

Estima-se que são necessários mais de 10 anos, a um custo superior a 200 milhões de dólares, para que um antimicrobiano esteja à disposição

da medicina. Sendo então, uma alternativa para as indústrias a modificação química da estrutura dos antimicrobianos já existentes, na tentativa de torná-los mais eficientes ou mesmo de recuperar a atividade prejudicada pelos mecanismos bacterianos de resistência.⁴

A fitoterapia tem sido amplamente utilizada pela população desde a antiguidade, porém, nos últimos anos, pesquisas vêm crescendo progressivamente. O uso de plantas medicinais é uma prática de quase todas as culturas, e no Brasil não é diferente, principalmente pela flora ser vasta e generosa, contribuindo muito para a terapêutica. Entre as diversas plantas existentes e utilizadas como terapia alternativa está a aroeira, cujo nome científico é *Schinus terebinthifolius* Raddi, apresentando grande teor de taninos. Popularmente, a aroeira vem sendo empregada devido a sua ação adstringente, cicatrizante, anti-inflamatória, antidiarreica, diurética, antipirética e antimicrobiana, sendo utilizadas suas folhas, cascas e frutos.^{5,6}

Os óleos essenciais são produtos voláteis do metabolismo secundário de plantas aromáticas, formados em células especializadas e encontrados em futros, folhas, flores, sementes, caules e raízes. Devido ao seu versátil conteúdo de compostos, variando desde hidrocarbonetos terpênicos, álcoois simples e aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas, até compostos com enxofre, estes, tem demonstrado um bom potencial como agentes antibacterianos e antifúngicos.^{7,8} Certo número de produtos naturais, tais como compostos fenólicos, cumarinas, flavonoides e terpenos têm sido caracterizados como metabólitos que permitem um fácil transporte através das membranas celulares para induzir diferentes atividades biológicas, incluindo atividade antimicrobiana.^{1,9}

As doenças infecciosas causadas por micro-organismos resistentes estão associadas a internações prolongadas, aumento do custo e maior risco de morbidade e mortalidade. O uso indiscriminado de antibióticos é responsável pelo aumento da prevalência de resistência entre os principais patógenos humanos como *Enterococcus* resistentes à vancomicina (VRE), *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina (MRSA), bactérias gram-negativas produtoras de beta-lactamase de espectro estendido (ESBL) e *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase (KPC), *Pseudomonas aeruginosa* e *Acinetobacter baumannii* produtoras de metalo-

beta-lactamases (MBL) e oxacilinas (OXA) que são reconhecidos como extremamente difíceis de tratar, levando a aumento das doenças significativas e taxas de morte.^{10,11,12}

O problema da resistência exige um esforço renovado para rastrear diversas plantas medicinais com características antimicrobianas potenciais, que são devidas aos compostos sintetizados no metabolismo secundário da planta. Outro fator que incentivou cientistas a procurar novas substâncias antimicrobianas a partir de plantas medicinais tem sido a rápida taxa de extinção de espécies e sua utilização por 80 % da população do mundo para o tratamento de várias doenças infecciosas, inflamações, lesões e outras doenças. Muitos dos materiais de plantas utilizadas na medicina tradicional são geralmente mais eficazes e relativamente mais baratos do que a medicina moderna contra determinadas doenças, além de apresentar menos efeitos colaterais que estão frequentemente associados com os agentes antimicrobianos sintéticos.¹¹

Na busca de novos antimicrobianos devemos enfatizar aqueles de origem vegetal, uma vez que o Brasil apresenta a maior biodiversidade do planeta e que muitas plantas já vêm sendo utilizadas para tal finalidade.^{2,13} *S. terebinthifolius* Raddi, pertencente à família Anacardiaceae, é popularmente chamada de aroeira, aroeira-da-praia, aroeira-vermelha, aroeira-mansa, aroeira-precoce, aroeira-pimenteira, aroeira-do-brejo, aroeira-negra, aroeira-branca, aroeira-do-campo, aroeirado-sertão, aroeira-do-paraná, entre outros.¹⁴

Estudos têm demonstrado que os extratos da casca e das folhas da aroeira apresentam potencial tóxico para células animais e vegetais. Apesar disso, nenhum estudo avaliou a segurança do extrato dos frutos quanto à capacidade citotóxica e genotóxica de seus compostos.¹⁵ Assim, no presente trabalho foi avaliada a capacidade antiproliferativa e citotóxica do extrato aquoso do fruto de *S. terebinthifolius* sobre o organismo teste *Allium cepa* L. Considerando a vasta potencialidade das plantas como fontes de agentes antimicrobianos e estudos anteriormente realizados pelo grupo de pesquisa “Estudos de compostos naturais bioativos” do Centro Universitário CESMAC, verificou-se uma significativa atividade antimicrobiana no óleo essencial das folhas de *S. terebinthifolius*. Tais resultados justificam a continuidade das pesquisas

com essa espécie para um estudo fitoquímico biomonitorado pela ação antimicrobiana.

2. Materiais e Métodos

2.1. Tipo de estudo

Trata-se de um estudo analítico experimental *in vitro* para detecção de atividade antimicrobiana, análise fitoquímica, determinação de compostos fenólicos, determinação quantitativa de flavonoides. A pesquisa foi realizada no setor de microbiologia e química do laboratório da Farmácia Escola no Centro Universitário CESMAC. As bactérias utilizadas no teste foram obtidas da bacterioteca do setor de microbiologia clínica do Centro de Patologia e Medicina Laboratorial da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (CPML/UNCISAL) com o seguinte perfil de sensibilidade aos antibióticos (Tabela 1).

2.2. Extração do óleo essencial

Os frutos maduros e verdes de *S. terebinthifolius* Raddi foram colhidos em Maceió-AL. Para a obtenção do óleo essencial, os frutos maduros e verdes foram cortados e misturados em balão com água. O óleo foi obtido por hidrodestilação em aparelho de Clevenger e armazenado a -20 °C, a água residual congelada foi removida.¹⁶

2.3. Preparação do óleo essencial

O óleo essencial de aroeira foi inicialmente diluído em água destilada estéril. Utilizou-se o método de diluição descrito por Cavalcanti *et al.*, 2011, que compreendeu as seguintes etapas: foram adicionados em tubos de vidro estéril, 0,8 mL do óleo essencial, 0,05 mL de Tween 80 e 4,2 mL de água destilada estéril; o conjunto foi agitado durante 5 minutos em aparelho agitador de soluções tipo Vortex e a concentração obtida foi de 16 %, equivalente a 144 mg/mL.¹⁷

2.4. Análise fitoquímica

Para a identificação dos principais grupos químicos presentes nos frutos de *S. terebinthifolius* foi realizado o ensaio sistemático de análise fitoquímica, utilizando metodologias segundo Matos (1997).¹⁸

A partir do óleo essencial dos frutos de *S. terebinthifolius*, obtido em trabalhos prévios deste grupo de pesquisa, foi feita a partição com solventes orgânicos em ordem crescente de polaridade como hexano, clorofórmio e acetato de etila. Para iniciar o processo de partição líquido-líquido foi utilizada uma mistura metanol:água na proporção 9:1. A fração hexânica foi a única obtida em quantidade suficiente para realização dos testes, a qual foi submetida às técnicas

Tabela 1. Perfil de sensibilidade das bactérias testadas

Bactérias	Perfil de Resistência
<i>Staphylococcus aureus</i> 234 MRSA	R = ampicilina, amoxicilina + clavulato, eritromicina, azitromicina, cefalexina, sulfametaxazol + trimetoprim S = teicoplanina, linezolida
<i>Staphylococcus aureus</i> 228 MRSA	R = ampicilina, amoxicilina + clavulato, eritromicina, azitromicina, cefalexina, sulfametaxazol + trimetoprim, linezolida S = teicoplanina
<i>Staphylococcus epidermidis</i> 229 MRS	R = ampicilina, amoxicilina + clavulato, eritromicina, azitromicina, cefalexina, sulfametaxazol + trimetoprim, linezolida S = teicoplanina
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 02 KPC	R = imipenem, meropenem, cefepime, ceftazidima, ceftriaxona, norfloxacin, ciprofloxacino, amoxicilina + clavulanato S = polimixina
<i>Escherichia coli</i> 247 ESBL	R = ampicilina, amoxicilina + clavulanato, cefepime, ceftazidima, ceftriaxona, norfloxacin, ciprofloxacino S = imipenem, meropenem

MRSA – *Staphylococcus aureus* resistente à metilina; MRS – *Staphylococcus coagulase* negativos resistentes à metilina; KPC – *Klebsiella pneumoniae* produtora de carbapenemase; ESBL – Beta-lactamase de espectro estendido

cromatográficas como cromatografia em coluna (CC) e cromatografia em camada delgada (CCD), utilizando como fase fixa sílica e como fase móvel os solventes hexano, clorofórmio, acetato de etila e metanol, além de suas misturas.

2.5. Determinação de compostos fenólicos

O conteúdo de compostos fenólicos da amostra do vegetal foi realizado baseado no método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, com algumas modificações. Para a curva de calibração foram utilizadas soluções de ácido gálico na concentração 0,1; 0,075; 0,06; 0,045; 0,025; 0,015; 0,01 e 0,005 mg/mL. Os valores de fenóis totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg de ácido gálico/g de amostra).¹⁹ A quantificação espectrométrica de compostos fenólicos foi realizada por meio de uma variedade de técnicas descritas na literatura.²⁰

2.6. Determinação quantitativa de flavonoides

Para a quantificação de flavonoides foi utilizado um ensaio descrito por Souza (2005), com adaptações para realização do teste em microplacas.²¹ As amostras foram diluídas a uma concentração de 0,150 mg/mL em metanol e, a 2 mL destas soluções foram adicionados 1 mL do reagente de cloreto de alumínio 2 %, solução também diluída em metanol. Após 15 minutos foi realizada a leitura das amostras em espectrofotômetro a 420 nm. Este ensaio foi realizado em triplicata. Para o cálculo do teor de flavonoides foi utilizada uma curva de calibração através do padrão quercetina.

2.7. Atividade antibacteriana e concentração inibitória mínima

A atividade antibacteriana e CIM do óleo essencial de aroeira foram avaliadas em microplacas de 96 poços, seguindo metodologia descrita na literatura.^{17,22,23} A atividade antibacteriana foi evidenciada com inóculos na concentração de 5×10^5 UFC/mL obtidos das colônias frescas das bactérias testadas (isolados bacterianos de *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 MRSA, *Enterobacter aerogenes* ATCC 13048, *Klebsiella pneumoniae* ATCC BAA-1705 KPC, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus*

faecalis ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 e *Acinetobacter baumannii* ATCC 17978 com perfil de multirresistência obtidos de amostras clínicas). 10 µL da suspensão bacteriana foram transferidos para cada um dos 96 poços na microplaca, previamente inoculados com 100 µL de caldo Mueller-Hinton. Em seguida, foram adicionados aos poços, 100 µL da emulsão do óleo (4,2 mL de água destilada estéril, 800 µL óleo essencial puro e 50 µL de Tween 80) para obtenção da concentração inicial de 16 %. As microplacas foram incubadas a 37 °C por 20 horas. Para visualização dos resultados foram adicionados em cada poço da microplaca 10 µL de uma solução a 1 mg/mL de 3-(4,5-dimetil-2-tiazolil)-2,5-difenil-2H-brometo de tetrazólio (MTT) que foi incubada a 37 °C por 30 minutos. Como controle positivo foi utilizado amicacina (5 µg/mL) (antibiótico com amplo espectro de ação contra bactérias gram-positivas e gram-negativas), agente emulsificante (Tween 80 e água destilada estéril) como controle negativo, controles de crescimento e de esterilidade.

O óleo essencial da aroeira foi submetido a diluições seriadas na placa de microdiluição, partindo-se da concentração inicial de 16 % pela transferência de 100 µL do conteúdo ao poço subsequente. Posteriormente, foram adicionados 10 µL da suspensão das bactérias a todos os poços, exceto na coluna correspondente ao controle de esterilidade. As placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 20 horas. A CIM corresponde à última diluição na qual não foi verificada a presença de crescimento bacteriano no meio de cultura após o período de incubação.

3. Resultados

Da partição líquido-líquido do óleo essencial dos frutos maduros e verdes de *S. terebinthifolius* com solventes orgânicos em ordem crescente de polaridade com hexano, clorofórmio e acetato de etila, somente foi obtida em quantidade significativa para realização dos ensaios a fração hexânica. Nos ensaios fitoquímicos das frações hexânicas dos óleos dos frutos verdes e maduros de *S. terebinthifolius* foram detectados saponinas e flavonoides em ambas as amostras.

A Tabela 2 apresenta os teores encontrados de fenóis totais e flavonoides totais das frações hexânicas

dos óleos dos frutos verdes e maduros analisados. Nesta tabela se observa que os frutos maduros têm uma concentração mais elevada quanto aos teores de compostos fenólicos encontrados de 599,2 mg equivalente de ácido gálico por 100 gramas (mg EAG/100g), comparado aos dos frutos verdes de 139,7 mg EAG/100g (Figura 1) e quanto aos de flavonoides de 22,4 mg equivalente de quercetina por 100 g (mg EQ/100g) (Figura 2).

A fração hexânica dos frutos verdes não apresentou ação antimicrobiana como se observa na Tabela 3.

4. Discussão

O fruto maduro de aroeira apresenta atividade antimicrobiana biodirecionada pela fração hexânica, na qual foram detectados os constituintes saponinas e flavonoides, contribuindo para a propriedade antioxidante.

O *Staphylococcus aureus* é uma das espécies mais frequentes, e é a mais virulenta do seu gênero e está associado a altas taxas de

morbidade e mortalidade.²⁴ Nesse trabalho a atividade antibacteriana sobre o *S. aureus* se mostrou presente e mais importante comparada a atividade contra *Escherichia coli*. A *E. coli*, por sua vez, é uma bactéria gram-negativa pertencente à microbiota intestinal humana, se tratando de uma bacteria oportunista capaz de causar infecções intestinais e extra- intestinais.²⁴ Foi visto atividade antibacteriana exuberante à *Klebsiella Pneumoniae Carbapenemase* (KPC), superbactéria descoberta em 2000, que pode causar infecções que podem evoluir para um quadro de infecção generalizada, muitas vezes, fatal.

Em seu trabalho, Rauha (2000, p.58), relatou que uma amostra de *S. terebinthifolius* Raddi de flavona empregada apresentou ação antibacteriana, entre as cepas testadas, para *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*.²⁵ Os resultados do trabalho foram compatíveis com relação à ação inibitória para o *Staphylococcus aureus*, mas não compatível à *Escherichia coli*. No entanto, no nosso trabalho vimos que a atividade contra *E. coli* existe mas é menor que a atividade antibacteriana contra *S. aureus*. Nesse caso,

Tabela 2. Conteúdo total de compostos fenólicos e flavonoides nas frações hexânicas dos frutos verdes e maduros de *Schinus terebinthifolius*

AMOSTRAS	FENÓLICOS (mg EAG/100g)	FLAVONOIDES (mg EQ/100g)
Fruto maduro	599,2	22,4
Fruto verde	139,7	21,9

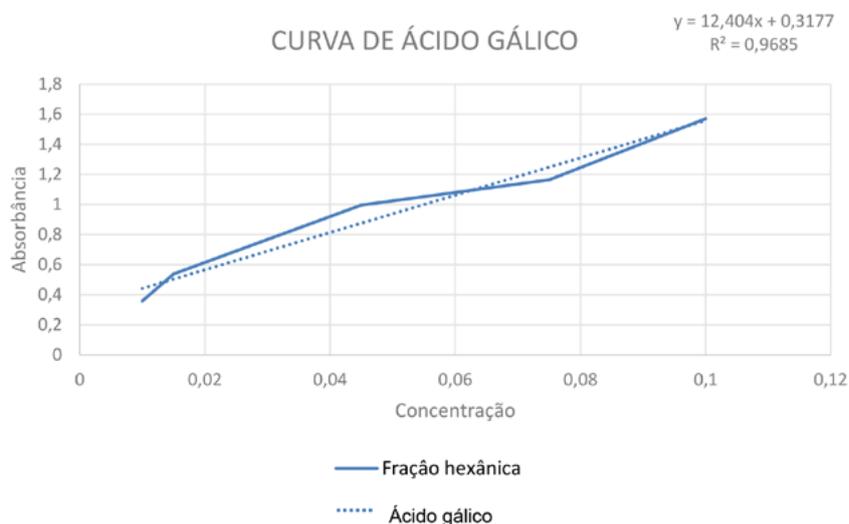


Figura 1. Curva de calibração de ácido gálico da fração hexânica dos frutos verdes e maduros de *Schinus terebinthifolius*

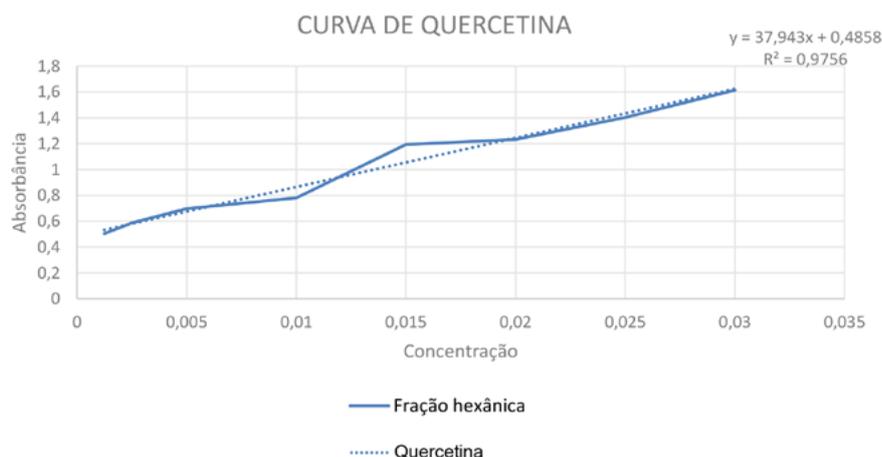


Figura 2. Curva de calibração de quercetina da fração hexânica dos frutos verdes e maduros de *Schinus terebinthifolius*

Tabela 3. Concentração Inibitória Mínima (CIM) das frações hexânicas dos frutos verdes e maduros do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius*

Bactérias	CIM das frações hexânicas	
	Fruto verde	Fruto maduro
<i>Staphylococcus aureus</i> 234 MRSA	-	0,5 %
<i>Staphylococcus aureus</i> 228 MRSA	-	1,0 %
<i>Staphylococcus epidermidis</i> 229 MRS	-	1,0 %
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 02 KPC	-	2,0 %
<i>Escherichia coli</i> 247 ESBL	-	0,5 %
<i>Candida albicans</i> 76	-	1,0 %

(-): negativo; MRSA – *Staphylococcus aureus* resistente à metilicina; MRS – *Staphylococcus coagulase* negativos resistentes à metilicina; KPC – *Klebsiella pneumoniae* produtora de carbapenemase; ESBL – Beta-lactamase de espectro estendido

infere-se que a cepa de *Escherichia coli* utilizada no trabalho de Rauha (2000, p.58), possa ter resistência à ação inibitória do extrato, visto que as cepas são diferentes.²⁵

Foi observado ainda, boa atividade antibacteriana frente a *Staphylococcus epidermidis*, patógeno oportunista responsável principalmente por infecções hospitalares, através de cateteres, sondas bem como próteses devida sua capacidade de formar biofilmes.²⁵

Sabe-se que infecções fúngicas invasivas são relevantes causas de morbidade e mortalidade em especial em pessoas imunocomprometidas. Além disso, diversas espécies de cândida, principalmente *Candida albicans*, causam candidíase vulvovaginal, acometendo 75 % das mulheres em alguma fase da vida.²⁴ Nesse trabalho foi observada que a atividade antifúngica foi reduzida em comparação com a atividade

antibacteriana sobre as bactérias anteriormente mencionadas.²⁶

Gehrke (2007, p.1) avaliou a atividade antimicrobiana de diversas frações do óleo essencial dos frutos de *S. terebinthifolius* utilizando a técnica de microdiluição em caldo, com obtenção da concentração inibitória mínima frente à cepas de *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella setubal*, *Klebsiella pneumoniae* e os fungos *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans*.²⁷ Estudo este que corrobora e auxilia no resultado do estudo.

Comparando a presença de compostos fenólicos na *S. terebinthifolius* com os achados de outros estudos percebe-se que alguns autores citam que em certas espécies vegetais, como na *Maytenus aquifolium*, a presença de fenóis está

relacionada com a propriedade antiulcerogênica, enquanto na *Baccharis myriocephala* está relacionada à ação cicatrizante e antisséptica.^{28,29}

5. Conclusão

Os dados e informações apresentados neste trabalho juntamente com dados de alguns trabalhos citados, são indicativos de que os compostos fenólicos, com destaque para os flavonoides e os ácidos fenólicos, interferem em diversos processos fisiológicos e atua nos processos de cicatrização, como antioxidantes, além de estarem relacionados com atividade antimicrobiana.

A fração hexânica dos frutos verdes não apresentou ação antimicrobiana, o que pode estar relacionado com a baixa quantidade de compostos fenólicos. Contudo, a fração hexânica dos frutos maduros apresentou alta taxa de compostos fenólicos e grande atividade antimicrobiana em diferentes concentrações inibitórias contra bactérias gram-positivas, gram-negativas e fungos com mecanismos de resistência.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Projeto Semente de Iniciação Científica do Centro Universitário CESMAC. A CAPES - Código de Financiamento 001.

Referências Bibliográficas

¹ Hsouna, A.; Hamdi, N. Phytochemical composition and antimicrobial activities of the essential oils and organic extracts from pelargonium graveolens growing in Tunisia. *Lipids in Health and Disease* **2012**, *11*, 167. [CrossRef] [PubMed]

² Oliveira, R. A. G.; Lima, E. O.; Vieira, W. L.; Freire, K. R. L.; Trajano, V. N.; Lima, I. O.; Souza, E. L.; Toledo, M. S.; Silva-Filho, R. N. Estudo da interferência de óleos essenciais sobre a atividade de alguns antibióticos usados na clínica. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2006**, *16*, 77. [CrossRef]

³ Pelissari, D. P.; Pietro, R. C. L. R.; Moreira, R. R. D. Atividade antibacteriana do óleo essencial de *Melampodium divaricatum* (Rich) DC, Asteraceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2010**, *20*, 70. [CrossRef]

⁴ Andrade, D.; Leopoldo, V. C.; Haas, V. J. Ocorrência de Bactérias Multirresistentes em um Centro de Terapia Intensiva de Hospital Brasileiro de Emergências. *Revista Brasileira Terapia Intensiva* **2006**, *18*, 27. [CrossRef]

⁵ Degáspari, C. H.; Waszczynskij, N.; Prado, M. R. M. Atividade antimicrobiana de *Schinus terebinthifolius* Raddi. *Ciência e agrotecnologia* **2005**, *29*, 617. [CrossRef]

⁶ Wolupeck, H. L.; Maia, D.; Ollhoff, R. D.; Teixeira, V.; Passerino, A. S.; Sotomaior, C. S. Aroeira (*Schinus terebinthifolius*), ipê roxo (*Tabebuia avellanedae*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*) no tratamento oral da verminose gastrointestinal de caprinos. *Revista Acadêmica de Ciência Agrária e Ambiental* **2012**, *10*, 197. [Link]

⁷ Couto, R. C.; Pedrosa, T. M. G.; Nogueira, J. M.; *Infeção Hospitalar e Outras Complicações não Infecciosas da Doença*, 4ª Ed, Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2003.

⁸ Andrade, M. A.; Cardoso, M. G.; Batista, L. R.; Mallet, A. C. T.; Machado, S. M. F. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidantes e antibacteriana. *Revista Ciência Agronômica* **2012**, *43*, 3999. [CrossRef]

⁹ Silva, M. J. D.; Endo, L. H.; Dias, A. L. T.; Silva, G. A.; Santos, M. H.; Silva, M. A. Avaliação da atividade antioxidante e antimicrobiana dos extratos e frações orgânicas de *Mimosa caesalpinifolia* Benth. (Mimosaceae). *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada* **2012**, *33*, 267. [Link]

¹⁰ Balasundaram, A.; Kumari, P. R.; John, G.; Selvakumar, B. N. Antimicrobial Activity of the Leaf Extracts of Two Medicinal Plants Against MRSA (Methicilin Resistant *Staphylococcus aureus*) from Human Urinary Tract Pathogens. *Research Journal of Microbiology* **2011**, *6*, 625. [CrossRef]

¹¹ Purkayastha, S.; Dahiya, P. Phytochemical screening and antimicrobial activity of some medicinal plants against multi-drug resistant bacteria from clinical isolates. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* **2012**, *74*, 443. [CrossRef] [PubMed]

¹² Dahdouh, E.; Shoucair, S. H.; Salem, S. E.; Daoud Z. Mutant Prevention Concentrations of Imipenem and Meropenem against *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*. *The Scientific World Journal* **2014**, *14*, 1. [CrossRef] [PubMed]

¹³ Michelin, D. C.; Moreschi, P. E.; Lima, A. C.; Nascimento, G. G. F.; Paganelli, M. O.; Chaud, M. V. Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2005**, *15*, 316. [CrossRef]

- ¹⁴ Lorenzi, H.; *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, 4a Ed, Instituto Plantarum: Nova Odessa, 2002.
- ¹⁵ Marchesi, J. A. P.; Thomé, V.; Alcarás, I. C. D.; Coqueiro, I. L.; Silva, J. F. A.; Marulanda, N. D. F. Avaliação do efeito anti-proliferativo e genotóxico do fruto da aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI, ANACARDEACEA). *Ciência & Tecnologia* **2017**, *9*, 1. [Link]
- ¹⁶ Geromini, K. V. N.; Roratto, F. B.; Ferreira, F. G.; Polido, P. B.; Souza, S. G. H.; Valle, J. S.; Colauto, N. B.; Linde, G. A. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas medicinais. *Arquivo Ciência Veterinária e Zoológica* **2012**, *15*, 127. [CrossRef]
- ¹⁷ Cavalcanti, Y. W.; Perez, A. L.; Xavier, G. G. R.; Almeida, L. F. D. Efeito inibitório de óleos essenciais sobre microrganismos do canal radicular. *Revista Odontológica da Universidade Estadual de São Paulo* **2011**, *40*, 208. [Link]
- ¹⁸ Matos, F. J. A.; *Introdução à fitoquímica experimental*, 2a Ed., Edições Universidade Federal do Ceará: Fortaleza, 1997.
- ¹⁹ Wettasinghe, M.; Shahidi, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **1999**, *47*, 1801. [CrossRef]
- ²⁰ Sousa, C. M. M.; Silva, H. R.; Vieira-Jr., G. M.; Ayres, M. C. C.; Costa, C. L. S.; Araújo; D. S.; Cavalcante; L. C. D.; Barros; E. D. S.; Araújo; P. B. M.; Brandão; M. S.; Chaves, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. *Química Nova* **2007**, *30*, 351. [CrossRef]
- ²¹ Souza, T. M.; Santos, L. E.; Moreira, R. R. D.; Rangel, V. L. B. I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L. (Asteraceae). *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2005**, *15*, 36. [CrossRef]
- ²² Freires, I. A.; Alves, L. A.; Jovito, V. C.; Almeida, L. F. D.; Castro, R. D.; Padilha, W. W. N. Atividades antibacteriana e antiaderente in vitro de tinturas de *Schinus terebinthifolius* (Aroeira) e *Solidago microglossa* (Arnica) frente a bactérias formadoras do biofilme dentário. *Odontologia Clínico Científico* **2010**, *9*, 139. [Link]
- ²³ Lima, M. R. F.; Souza, L. J.; Feitosa, A. S.; Caño, A. M. C.; Goulart, S. A. E.; Genet, J. P.; Marquez, B.; Neuville, L.; Moreau, N. Anti-bacterial activity of some Brazilian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* **2006**, *105*, 137. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁴ Lima, A. T. A.; Melo, L. M. F.; Moraes, J. E.; Ferreira, R. P.; Sales, M. D. C.; *Resumo do III Seminário Científico da FACIG - II Jornada de Iniciação Científica da FACIG*, Manhuaçu, Brasil, 2017. [Link]
- ²⁵ Rauha, J. P.; Remes, S.; Heinonen, M.; Hopia, A.; Kähkönen, M.; Kujala, T.; Pihlaja, K.; Vuorela, H.; Vuorela, P. Antimicrobial effects of finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. *International Journal of Food Microbiology* **2000**, *56*, 1, 3. [CrossRef] [PubMed]
- ²⁶ Gehrke, I. T. S.; Stuker, C. Z.; Stolz, E. D.; Morel, A. F. *Resumo da 30ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química*, Águas de Lindóia, Brasil, 2007. [Link]
- ²⁷ Pereira, E. B.; Setzer, A. W.; Gerab, F.; Artaxo, P. E.; Pereira, M. C.; Monroe, G. Airborne measurements of aerosols from burning biomass in Brazil related to the TRACE A experiment. *Journal of Geophysical Research* **1996**, *101*, 23983. [CrossRef]
- ²⁸ Castro, H. G.; Casali, V. W. D.; Barbosa, L. C. A.; Cecon, P. R. Rendimento de tanino em dois acessos de Carqueja (*Baccharis myriocephala* D.C.), em diferentes épocas de colheita em Viçosa-MG. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* **1999**, *1*, 29. [Link]
- ²⁹ Menezes, H. Própolis: uma revisão dos recentes estudos de suas propriedades farmacológicas. *Arquivos do Instituto Biológico* **2005**, *72*, 405. [Link]