

Componentes fitoquímicos e evidências da eficácia antibacteriana dos extratos da folha de *Terminalia catappa* contra cepas de *Staphylococcus aureus*

Phytochemical components and evidence of the antibacterial efficacy of *Terminalia catappa* leaf extracts against *Staphylococcus aureus* strains

Componentes fitoquímicos y evidencia de la eficacia antibacteriana de los extractos de hojas de *Terminalia catappa* contra cepas de *Staphylococcus aureus*

Recebido: 21/11/2020 | Revisado: 25/11/2020 | Aceito: 04/12/2020 | Publicado: 06/12/2020

Débora Cosse Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5178-2821>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: deboracosse996@gmail.com

Wmairete Pereira Evangelista de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5834-4111>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: wmayevangelista12@gmail.com

Débora de Alencar Franco Costa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7317-2829>

Centro Universitário Santo Agostinho, Brasil

E-mail: debora.genetox@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi listar os componentes fitoquímicos descritos na literatura de diferentes extratos das folhas de *Terminalia catappa*, descrevendo os que possuem efeito antibacteriano, bem como avaliar evidências da eficácia de sua atividade antibacteriana contra cepas de *Staphylococcus aureus*. Trata-se de um estudo de revisão integrativa e a pesquisa foi realizada nas bases de dados MEDLINE-Pubmed, SciELO e Google Acadêmico com os descritores *Terminalia catappa*, Composição fitoquímica e *Staphylococcus aureus*. Selecionou-se um total de 9 artigos publicados entre 2015 e 2020, com texto completo e linguagem em português e inglês. Os resultados mostram que os componentes fitoquímicos como taninos, flavonóides, triterpenos, fenóis e alcalóides foram os mais encontrados nos diferentes extratos das folhas de *T. catappa*. Esses componentes são responsáveis por uma

série de efeitos terapêuticos, em especial o efeito antibacteriano, que é detectado em taninos, flavonóides, saponinas e alcalóides. Além disso, verificou-se uma eficácia significativa em relação à atividade antibacteriana dos extratos das folhas de *T. catappa* contra cepas de *S. aureus* (ATCC 25923) e *S. aureus* resistente à meticilina – MRSA (343602). Diante disso, conclui-se que as folhas de *T. catappa* têm um grande potencial para serem usadas no tratamento de doenças infecciosas causadas por *S. aureus*.

Palavras-chave: Resistência microbiana; *Staphylococcus aureus*; Plantas medicinais; *Terminalia catappa*; Composição fitoquímica.

Abstract

The aim of the present study was to list the phytochemical components described in the literature of different extracts of *Terminalia catappa* leaves, describing those that have an antibacterial effect, as well as to evaluate evidence of the effectiveness of their antibacterial activity against strains of *Staphylococcus aureus*. It is an integrative review study and the research was carried out in the MEDLINE-Pubmed, SciELO and Google Scholar databases with the descriptors *Terminalia catappa*, Phytochemical composition and *Staphylococcus aureus*. A total of 9 articles published between 2015 and 2020, with full text and language in Portuguese and English, were selected. The results demonstrate that phytochemical components such as tannins, flavonoids, triterpenes, phenols and alkaloids were the most commonly found in the different extracts of *T. catappa* leaves. These components are responsible for a series of therapeutic effects, in particular the antibacterial effect, which is detected in tannins, flavonoids, saponins and alkaloids. In addition, there was significant efficacy in relation to the antibacterial activity of extracts of *T. catappa* leaves against strains of *S. aureus* (ATCC 25923) and methicillin-resistant *S. aureus* - MRSA (343602). Therefore, it is concluded that the leaves of *T. catappa* have a great potential to be used in the treatment of infectious diseases caused by *S. aureus*.

Keywords: Microbial resistance; *Staphylococcus aureus*; Medicinal plants; *Terminalia catappa*; Phytochemical composition.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue enumerar los componentes fitoquímicos descritos en la literatura de diferentes extractos de hojas de *Terminalia catappa*, describiendo aquellos que tienen efecto antibacteriano, así como evaluar evidencias de la efectividad de su actividad antibacteriana frente a cepas de *Staphylococcus aureus*. Se trata de un estudio de revisión

integradora y la investigación se realizó en las bases de datos MEDLINE-Pubmed, SciELO y Google Académico con los descriptores *Terminalia catappa*, Composición fitoquímica y *Staphylococcus aureus*. Se seleccionaron un total de 9 artículos publicados entre 2015 y 2020, con texto completo e idioma en portugués e inglés. Los resultados muestran que los componentes fitoquímicos como taninos, flavonoides, triterpenos, fenoles y alcaloides fueron los más comúnmente encontrados en los diferentes extractos de hojas de *T. catappa*. Estos componentes son responsables de una serie de efectos terapéuticos, especialmente el efecto antibacteriano, que se detecta en taninos, flavonoides, saponinas y alcaloides. Además, hubo una eficacia significativa en relación a la actividad antibacteriana de los extractos de hojas de *T. catappa* contra cepas de *S. aureus* (ATCC 25923) y *S. aureus* resistente a la meticilina - SARM (343602). Por tanto, se concluye que las hojas de *T. catappa* tienen un gran potencial para ser utilizadas en el tratamiento de enfermedades infecciosas causadas por *S. aureus*.

Palabras clave: Resistencia microbiana; *Staphylococcus aureus*; Plantas medicinales; *Terminalia catappa*; Composición fitoquímica.

1. Introdução

A resistência microbiana constitui um grave problema de saúde pública, fazendo com que os tratamentos sejam ineficazes contra uma série de microrganismos. As bactérias do gênero *Staphylococcus*, por exemplo, apresentam resistência a todos os β -lactâmicos disponibilizados pela indústria farmacêutica, sendo um grande desafio para a terapêutica farmacológica (Morais et al., 2018).

A resistência das bactérias aos antibióticos é descrita como um processo pelo qual as bactérias que antes eram sensíveis aos antibióticos habitualmente utilizados, deixam de responder a esses mesmos agentes. O uso inadequado, excessivo ou prolongado de antibióticos em conjunto com a rápida proliferação destes microrganismos facilita o desenvolvimento dessa resistência (Loureiro et al., 2016; Silva & Aquino, 2018).

A maior parte dos antibióticos é constituída de moléculas sintetizadas naturalmente o que favorece o desenvolvimento da resistência bacteriana. Isso acontece em decorrência da competição por espaço e nutrientes entre as bactérias e organismos produtores de antibióticos que dividem o mesmo ambiente. Assim sendo, essas bactérias podem desenvolver mecanismos de resistência por intermédio de processos como mutações, síntese de substâncias que suprimem a ação dos antibióticos ou ainda, a obtenção de genes resistentes provenientes de outros microrganismos do meio. Dessa forma, a descoberta de agentes que

não atuem dentro desses mecanismos torna-se uma alternativa importante para driblar os problemas relacionados a resistência bacteriana (Lin et al., 2015; Silva & Aquino, 2018).

O *Staphylococcus aureus* é uma bactéria gram-positiva do gênero *Staphylococcus*. É a espécie que apresenta maior importância médica pelo fato de ser o principal agente causador de infecções comunitárias e hospitalares. Essa bactéria faz parte da microbiota humana, porém pode causar de simples infecções (furúnculos, celulite e espinhas) a infecções mais graves (endocardite, pneumonia, meningite, e síndrome do choque tóxico). Mesmo sendo uma bactéria da microbiota normal humana, em casos de comprometimento das barreiras naturais do organismo por trauma ou cirurgias, por exemplo, o *S. aureus* pode alcançar outros tecidos e causar uma lesão local (Almeida et al., 2016).

A bactéria *S. aureus* apresenta mecanismos de defesa que a tornam capaz de desenvolver resistência aos antimicrobianos. Entre as décadas de 1940 e 1950, a penicilina, que atua inibindo a síntese da parede celular da bactéria, foi amplamente utilizada para o tratamento de infecções causadas por *S. aureus*, entretanto, ocorreu o desenvolvimento de resistência aos antimicrobianos que apresentavam anel beta-lactâmico. Em virtude disso, foram desenvolvidos em laboratório, antimicrobianos com anel beta-lactâmico modificado, como a meticilina, que se mostrou eficaz contra *S. aureus*. Mais tarde, no início da década de 1970, já havia casos de cepas de *S. aureus* Resistentes à Meticilina (MRSA). Em consequência da disseminação de bactérias MRSA em ambientes hospitalares, o tratamento com antibióticos para infecções causadas por essas cepas, limita-se a classe dos glicopeptídeos, como teicoplanina e vancomicina. Posto isso, o surgimento de cepas de *S. aureus* resistentes aos antibióticos, como a MRSA, requer pesquisas urgentes na busca de novos agentes antimicrobianos (Lima et al., 2015). Segundo Lara et al. (2019), infecções causadas por MSRA têm se tornado mais frequentes no mundo inteiro, estando relacionadas especialmente ao uso inapropriado de antibióticos. É importante ressaltar que este microrganismo é o maior causador de infecções nas unidades de saúde e em ambientes hospitalares.

As plantas medicinais são utilizadas na prevenção e tratamento de doenças há muito tempo pela civilização humana. Muitas plantas são testadas por todo o mundo para auxiliar no atendimento primário à saúde. O Brasil apresenta uma enorme biodiversidade, sendo assim, um enorme alvo para o estudo das plantas na busca de novos compostos com atividade biológica. Esses compostos são provenientes do metabolismo secundário e atuam na proteção da planta contra insetos e microrganismos (Mendonça et al., 2016).

De acordo com Guimarães et al. (2017), por apresentarem compostos com ampla atividade biológica, as plantas se tornam uma fonte alternativa para o tratamento de doenças infecciosas, especialmente em relação à sensibilização de bactérias multirresistentes.

A *Terminalia catappa* é uma planta pertencente à família Combretaceae, que contém cerca de 600 espécies. O gênero *Terminalia* apresenta aproximadamente 250 espécies, com uma extensa aplicação na medicina asiática, indiana e africana. O fruto de *T. catappa* é constituído por uma drupa com polpa carnuda e possui uma coloração verde que muda para vermelho, após o processo de maturação. A separação de suas partes comestíveis proporciona seu uso como matéria prima em uma série de produtos. As folhas geralmente são aplicadas na produção de bebidas, como o chá, e também são bastante usadas na medicina popular como antipirético e antidiarréico (Santos et al., 2016).

Segundo Terças et al. (2017), a planta *T. catappa* apresenta vários constituintes químicos e extratos de suas folhas mostram efeitos farmacológicos como atividade anticancerígena, hepatoprotetora e antibacteriana. Divya et al. (2019) apresenta relatos de que vários extratos de folhas de *T. catappa* apresentam atividade anti-HIV da transcriptase reversa, anti-inflamatória e antioxidante.

Em decorrência do aumento da resistência antimicrobiana, estudos envolvendo a análise da atividade antibacteriana de *T. catappa* vêm sendo realizados, porém de forma ainda escassa, principalmente no Brasil, o que justifica o desenvolvimento da pesquisa. À vista disso, a partir da questão norteadora: qual a composição fitoquímica e a eficácia antimicrobiana do extrato das folhas de *T. catappa* contra cepas de *S. aureus*, o objetivo do estudo é listar os componentes fitoquímicos descritos na literatura de diferentes extratos das folhas de *T. catappa*, descrevendo os que possuem efeito antibacteriano, bem como avaliar evidências da eficácia de sua atividade antibacteriana contra cepas de *S. aureus*.

2. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura com coleta de dados através de levantamento bibliográfico. A revisão integrativa é realizada através de estudos experimentais e não-experimentais e permite detectar, examinar e resumir elementos de um mesmo assunto, porém de estudos independentes (Souza et al., 2010).

A pesquisa dos estudos foi realizada em sites de publicações científicas como as bases de dados MEDLINE-Pubmed, a biblioteca digital Scielo e um buscador acadêmico (Google Acadêmico). Os descritores utilizados para a busca foram *Terminalia catappa*, composição

fitoquímica e *Staphylococcus aureus*. Além disso, foram utilizadas as combinações desses descritores por meio dos termos OR e AND. A busca foi realizada em setembro de 2020.

Para a seleção dos artigos foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: artigos publicados entre 2015 e 2020, com texto completo e com linguagem disponível em português e inglês. Os critérios de exclusão foram documentos como teses e dissertações, artigos que não apresentavam texto completo disponível, estudos que não foram publicados nos últimos cinco anos e que possuíam idiomas diferentes dos estabelecidos. Além disso, foram excluídos estudos repetidos nas bases de dados e aqueles que não apresentavam abordagem relevante para a pesquisa.

Após a utilização dos descritores e suas associações, encontrou-se um total de 3.016 estudos, 1.344 da MEDLINE-Pubmed, 32 da Scielo e 1.640 do Google acadêmico. Em seguida, realizou-se a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão resultando em 959 estudos. Para estes foi realizada a leitura dos títulos, e para os que resultaram, foi feita a leitura dos resumos e em seguida a leitura na íntegra dos artigos, excluindo assim, aqueles que não apresentaram relevância com o tema proposto, restando um total de 9 artigos. As quantidades resultantes dos estudos de acordo com as etapas de seleção são descritas no Quadro 1. Posteriormente, os dados encontrados a partir desses estudos foram organizados em forma de quadros, permitindo assim, uma melhor análise, interpretação e compreensão dos resultados que foram discutidos adiante.

A síntese dos dados extraídos dos artigos foi realizada de forma descritiva, proporcionando assim, a observação, classificação e comparação desses dados. Dessa forma, agregou-se conhecimento sobre o tema proposto na pesquisa.

Quadro 1. Etapas de seleção dos artigos. Teresina, PI, 2020.

Bases de dados	Quantidade inicial	Após critérios de inclusão	Após leitura dos títulos e resumos	Após leitura na íntegra
MEDLINE-Pubmed	1.344	89	4	4
SciELO	32	6	1	0
Google acadêmico	1.640	864	9	5
Total	3.016	959	14	9

Fonte: Autores.

3. Resultados e Discussão

3.1 Caracterização dos estudos

Para a elaboração desta revisão integrativa e após a aplicação dos descritores e critérios de inclusão e exclusão, encontrou-se um total de 9 estudos, sintetizados no Quadro 2.

Quadro 2. Distribuição dos estudos segundo título dos artigos, autor, ano de publicação e objetivos. Teresina, PI, 2020.

Titulo	Autor/Ano	Objetivos
An updated review of <i>Terminalia catappa</i> .	Anand et al. (2015).	Revisar os fitoconstituintes e benefícios farmacológicos de <i>T. catappa</i> .
Antimycobacterial, anticandidal and antioxidant properties of <i>Terminalia catappa</i> and analysis of their bioactive chemicals.	Poongulali and Sundararaman (2016).	Identificar constituintes fitoquímicos, realizar a purificação parcial de <i>T. catappa</i> e detectar os prováveis compostos bioativos. Descobrir as atividades antibacteriana antimicobacteriana, anti-Candida e antioxidante.
Phytochemical characterization of <i>Terminalia catappa</i> Linn. Extracts and their antifungal activities against <i>Candida</i> spp.	Terças et al. (2017).	Investigar as propriedades antifúngicas do extrato hidroalcoólico obtido das folhas de <i>T. catappa</i> . Avaliar as ações antifúngicas das frações e subfrações obtidas do extrato e além disso, identificar compostos presentes no extrato.
Phytochemical screening and antimicrobial activity of <i>Terminalia catappa</i> L. Leaf extract against potential pathogens of animals.	Salares and Balala (2018).	Realizar a triagem fitoquímica qualitativa para descobrir os principais grupos fitoquímicos com potencial ação antimicrobiana e avaliar a atividade antimicrobiana do extrato da folha de <i>T. catappa</i> contra <i>S. aureus</i> , <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bordetella bronchiseptica</i> , <i>Pasteurella multocida</i> , <i>Candida albicans</i> e <i>Microsporium canis</i> .
Análise da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico das folhas de <i>Terminalia catappa</i> contra <i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Staphylococcus aureus</i> resistente à metilina – MRSA.	Morais et al. (2018).	Investigar a atividade antimicrobiana de <i>T. catappa</i> (amendoeira-da-praia) contra <i>S. aureus</i> (ATCC 25923) e <i>S. aureus</i> resistente à metilina – MRSA (ATCC 343602).
Antimicrobial activity of <i>Terminalia catappa</i> brown leaf extracts against <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923 and <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Allyn et al. (2018).	Determinar os efeitos de várias concentrações de extrato de folhas marrons de <i>T. catappa</i> que podem inibir o crescimento de <i>S. aureus</i> ATCC 25923 e <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853.

ATCC 27853.		
Phytherapeutic efficacy of the medicinal plant <i>Terminalia catappa</i> L.	Divya et al. (2019).	Determinar os efeitos antidiabéticos das folhas de <i>T. catappa</i> L. em ratos tratados com estreptozotocina.
Abordagem fitoquímica e farmacológica das folhas <i>Terminalia catappa</i> Linn (combretaceae).	Fonseca et al. (2019).	Realizar testes fitoquímicos para levantamento das classes de metabólitos secundários e analisar os extratos obtidos através de cromatografia em camada delgada (CCD). Realizar a investigação dos efeitos antioxidante, toxicológico, larvicida e citotóxico dos extratos hexânico e etanólico das folhas <i>T. catappa</i> L.
A review on medicinal potential of <i>Terminalia catappa</i> .	Chole and Ravi (2020).	Discutir o potencial farmacêutico de <i>T. catappa</i> e seus constituintes fitoquímicos.

Fonte: Autores.

No quadro acima, pode-se verificar os 9 artigos selecionados para o presente estudo sendo apresentados de acordo com os títulos, autores e os anos de publicação em ordem crescente no período entre 2015–2020. Além disso, o quadro aponta os objetivos dos estudos, sendo que os principais são a pesquisa de componentes fitoquímicos presentes em extratos das folhas de *T. catappa*, bem como sua atividade antibacteriana.

Observa-se que dos 9 artigos publicados sobre o assunto em questão, um (11,1%) artigo é do ano de 2015; um (11,1%) do ano de 2016; um (11,1%) do ano de 2017; três (33,3%) foram publicados no ano de 2018; dois (22,2%) no ano de 2019 e um (11,1%) em 2020. Ainda com relação ao tempo de publicação, pode-se considerar que os estudos brasileiros e estrangeiros são recentes na literatura, tendo em vista que o intervalo está entre 2015 e 2020, e que os anos que mais tiveram publicações foram 2018 e 2019, conforme exposto no Quadro 1. Além disso, dos 9 artigos selecionados, dois (22,2%) se encontram na língua portuguesa e sete (77,7%) na língua inglesa.

3.2 Composição fitoquímica das folhas de *Terminalia catappa*

Para os estudos experimentais com objetivo de pesquisar os componentes fitoquímicos dos extratos das folhas de *T. catappa*, elaborou-se o Quadro 3, listando os tipos de extratos, métodos de caracterização fitoquímica e componentes fitoquímicos encontrados nesses extratos de acordo com cada autor.

Quadro 3. Componentes fitoquímicos presentes em extratos das folhas de *Terminalia catappa*. Teresina, PI, 2020.

Autor	Tipo de extrato	Testes de pesquisa fitoquímica	Componentes presentes
Poongulali and Sundararaman (2016).	Extrato de metanol e acetato de etila (5: 1).	Testes descritos por Brindha et al. (1981) para alcaloides, taninos, saponinas, flavonoides, glicosídeos e fenóis.	Alcaloides, glicosídeos, saponinas, fenóis, taninos, flavonoides e aminoácidos.
Terças et al. (2017).	Extrato hidroalcoólico bruto e suas frações.	Testes propostos por Matos (1998) para pesquisa de fenóis, taninos, flavonas, xantonas, flavonóis, flavonoides e esteroides triterpênicos.	Extrato hidroalcoólico bruto: fenóis, taninos, flavonas, xantonas, flavonóis, flavonoides e esteroides triterpenos. Fração de hexano: fenóis, flavonas, xantonas, flavonóis, e esteroides triterpenos. Fração de acetato de etila: fenóis e taninos. Fração de N-butanol: fenóis, taninos, flavonas, xantonas, flavonóis e flavonoides.
Salares and Balala (2018).	Extrato etanólico	Testes descritos por Sahira Banu and Cathrine (2015): teste de Salkowski, teste de espuma, teste de Dragendorff e Mayer, teste de Bate-Smith e teste de cloreto férrico.	Taninos, saponinas e alcaloides.
Allyn et al. (2018).	Extrato etanólico foi filtrado e evaporado, sendo utilizado o extrato seco.	Métodos padronizados conforme descrição de Nugroho et al. (2016): testes de flavonoides, quinonas, alcaloides, fenóis, esteroides, triterpenoides, saponinas e taninos.	Flavonoides, quinonas, fenóis, triterpenoides e taninos.
Fonseca et al. (2019).	Extrato hexânico e etanólico.	Testes para fenóis e taninos, para antocianinas, antocianidinas e flavonoides, para leucoantocianidinas, catequinas, e flavonas, para flavonóis, flavanona, flavononóis e xantonas, para esteroides e triterpenos (Liebermann Burchard), para heterosídeos saponínicos e para alcaloides de acordo com metodologias de Matos (2009) e Costa (2014). Cromatografia em camada delgada (CCD).	Testes fitoquímicos realizados nos dois extratos: taninos, triterpenos, esteroides e alcaloides. Análise em CCD dos dois extratos: triterpenos, esteroides e alcaloides.

Fonte: Autores.

Além dos resultados apresentados no quadro acima, o estudo de Divya et al. (2019) relata a existência de flavonoides, fenóis e glicosídeos esteroidais em extratos de *T. catappa*. Já em relação às revisões da literatura, o estudo de Chole and Ravi (2020), também descreve que os extratos das folhas de *T. catappa* apresentam em sua composição saponinas, alcaloides, glicosídeos, fenóis, aminoácidos, taninos, esteroides e acrescenta a presença de açúcares redutores. No estudo de Anand et al. (2015), a presença de flavonoides e taninos também é citada.

A partir desses resultados, nota-se que uma variedade de componentes fitoquímicos estão presentes nas folhas de *T. catappa*, sendo responsáveis por seu amplo espectro de atividade terapêutica. Na literatura, as atividades anti-inflamatória, antioxidante, anti-HIV da transcriptase reversa, hepatoprotetora, anticancerígena e antibacteriana são citadas (Terças et al., 2017; Divya et al., 2019). É importante ressaltar que em alguns dos estudos citados no Quadro 2, há variação em relação à presença de alguns compostos. Isso acontece devido aos diferentes tipos de solventes utilizados e suas interações com esses compostos. Apesar disso, os componentes fitoquímicos como taninos, flavonoides, triterpenos, fenóis e alcaloides foram os mais encontrados, mesmo em extratos que possuíam solventes diferentes.

De acordo com Poongulali and Sundararaman (2016), os flavonoides são substâncias pertencentes ao grupo dos polifenóis, fazendo parte dos metabólitos secundários sintetizados por plantas para atuar em processos de defesa contra microrganismos. Diante disso, essas substâncias são vistas como antibacterianas. Esse estudo também relata que o mecanismo pelo qual os flavonoides atuam contra as bactérias, ocorre possivelmente através de sua propriedade em se agrupar com as proteínas extracelulares e solúveis presentes na parede celular bacteriana.

Já no estudo de Salares and Balala (2018), os taninos são descritos como capazes de formar complexos com proteínas através de ligações covalentes, ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Nesse caso, acredita-se que o mecanismo de inibição da atividade antibacteriana dos taninos se dá por meio da inativação de proteínas do envelope celular, enzimas e adesinas microbianas. Além desses compostos, o estudo aponta que as saponinas conseguem impedir a permeabilidade existente na membrana externa bacteriana, enquanto os alcaloides que são compostos nitrogenados conseguem exercer interação com a membrana citoplasmática bacteriana e além disso, bloquear bombas de efluxo e intercalar DNA.

3.3 Atividade antibacteriana contra cepas de *Staphylococcus aureus*

Quanto à avaliação da atividade antibacteriana de extratos das folhas de *T. catappa* contra cepas de *S. aureus*, no estudo experimental de Morais et al. (2018) foram utilizados o extrato hidroalcoólico e as cepas de *S. aureus* (ATCC 25923) e *S. aureus* resistente à meticilina – MRSA (343602). O método utilizado para analisar a sensibilidade das bactérias foi o de difusão em ágar, no meio ágar Mueller Hinton. Além disso, foram usados também o controle positivo (Cloranfenicol 1µg/mL) e o controle negativo (salina 0,9%). Observou-se no final dos testes a presença de halo de inibição para o controle positivo e a ausência de halo no controle negativo. Em relação ao extrato, houve a presença de halo de inibição para *S. aureus*, sendo que o diâmetro dos halos foram: $23,6 \pm 1,5$ mm (50 mg/mL), 21 ± 1 mm (25 mg/mL), $16,3 \pm 1,5$ mm (12mg/mL) e 11 ± 1 mm (6,25 mg/mL). Já para MRSA nas mesmas concentrações de extrato, os diâmetros dos halos foram: $30 \pm 0,5$ mm, $28,6 \pm 0,5$ mm, $26,3 \pm 1$ mm e 24 ± 1 mm.

Observa-se que a partir dos resultados encontrados nesse estudo, as folhas de *T. catappa*, através do extrato de caráter hidroalcoólico, apresentam eficácia significativa em relação a atividade antibacteriana contra as cepas de *S. aureus* testadas. Esse resultado corrobora com os estudos apresentados anteriormente no Quadro 2, que descreve a presença de componentes com atividade antibacteriana presentes nas folhas dessa planta.

No estudo de Allyn et al. (2018), utilizou-se o extrato etanólico das folhas de *T. catappa* em diferentes concentrações. As cepas escolhidas foram as de *S. aureus* (ATCC 25923), sendo testadas através do método de difusão em disco no ágar nutriente. Além do extrato, foram usados também o controle positivo (Gentamicina 0,1 %) e o controle negativo (água destilada). Ao final dos testes observou-se a presença de halos de inibição com os seguintes diâmetros: $1,73 \pm 0,24$ (30%), $5,28 \pm 1,06$ (60%) e $9,06 \pm 0,56$ (90%). Nesse estudo também é comprovado que a atividade antibacteriana das folhas de *T. catappa* é eficaz contra as cepas de *S. aureus*, e quanto maior a concentração do extrato maior o halo de inibição. Allyn et al. (2018) também cita nesse estudo a capacidade dos flavonoides de agir contra uma série de bactérias consideradas patogênicas, o que entra de acordo com a análise fitoquímica realizada nesse mesmo estudo, na qual foi determinada a presença de flavonoides conforme se pode observar no Quadro 2.

O estudo de revisão de Anand et al, (2015) aponta que tanto o extrato aquoso quanto o extrato metanólico das folhas de *T. catappa* apresentam atividade contra *S. aureus*, entre outras bactérias.

4. Conclusão

A partir dos estudos analisados nesta revisão conclui-se que as folhas de *T. catappa* apresentam em sua composição uma diversidade de compostos fitoquímicos, conferindo a esta planta vários efeitos terapêuticos, dentre eles, a atividade antibacteriana. Os taninos, flavonoides, triterpenos, fenóis e alcaloides foram os compostos fitoquímicos mais encontrados nos extratos utilizados com diferentes solventes. Além disso, os extratos das folhas de *T. catappa* mostraram eficácia significativa em relação à atividade contra cepas de *S. aureus* (ATCC 25923) e *S. aureus* resistente à meticilina – MRSA (343602), sendo que flavonoides, taninos, saponinas e alcaloides apresentam mecanismos contra bactérias patogênicas.

Diante disso, verifica-se que as folhas de *T. catappa* tem um grande potencial para serem usadas no tratamento de doenças infecciosas causadas por *S. aureus*, mais especificamente. Apesar disso, é importante ressaltar a necessidade de realizar mais estudos envolvendo a atividade antibacteriana de *T. catappa* contra essa e outras bactérias, principalmente no Brasil, haja vista o pequeno número de pesquisas nacionais, o que evidencia a necessidade de estudos brasileiros que explorem essa temática, bem como a produção de pesquisas e ensaios clínicos para o desenvolvimento de uma possível formulação farmacêutica.

Referências

- Allyn, O. Q., Kusumawati, E., & Nugroho, R. A. (2018). Antimicrobial activity of *Terminalia catappa* brown leaf extracts against *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. *F1000Research*, 7, 1-9. <https://doi.org/10.12688/f1000research.15998.1>
- Almeida, M. S. C., Mendonça, R. L., Freitas, M. Z. C., & Vandesmet, L. C. (2016). *Staphylococcus aureus*. *Mostra Científica em Biomedicina*, 1(1). Recuperado de <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/mostrabiomedicina/article/view/842>
- Anand, A. V., Divya, N., & Kotti, P. P. (2015). An updated review of *Terminalia catappa*. *Pharmacognosy Reviews*, 9(18), 93-98. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.162103>

Brindha, P., Sasikala, B., & Purushothaman, K. K. (1981). Pharmacognostic studies on Merugan Kizhangu. *Bull Med Eth Bot Res*, 3, 84-96.

Chole, P., & Ravi, L. (2020). A review on medicinal potential of *Terminalia catappa*. *International Journal of Green Pharmacy*, 14(3), 229-234.

Costa, L. P. S., & Araujo, M. S. R. (2011). Documentação química e farmacológica de espécies vegetais do cerrado e caatinga piauiense. Recuperado de <http://leg.ufpi.br/21sic/Documentos/RESUMOS/Modalidade/Exatas/Luis%20Paulo.pdf>

Divya, N., Rengarajan, R. L., Radhakrishnan, R., Abd_Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Hashem, A., Manikandan, R., & Anand, A. V. (2019). Phytotherapeutic efficacy of the medicinal plant *Terminalia catappa* L. *Saudi Journal of Biological Science*, 26(5), 985-988. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2018.12.010>

Fonseca, A. M., Maia, A. I. V., Dias, B., Nepomuceno, F. W. A. B., Belina, M. C., & Araújo, M. R. S. de. (2019). Abordagem fitoquímica e farmacológica das folhas *Terminalia catappa* Linn (Combretaceae). In W. D. Guilherme (Org.), *Desafios e Soluções da Sociologia 2* (pp. 15-27). Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.2691925062>

Guimarães, C. C., Ferreira, T. C., Oliveira, R. C. F. de., Simioni, P. U., & Ugrinovich, L. A. (2017). Atividade antimicrobiana in vitro do extrato aquoso e do óleo essencial do alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e do cravo-da-índia (*Caryophyllus aromaticus* L.) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. *Revista Brasileira de Biociências*, 15(2), 83-89. Recuperado de <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/3877/1358>

Lara, A., Trevisani, A. C., Santos, I. C., Barbosa, L. N., Matta, R. da., & Gonçalves, D. D. (2019). Medicinal plants Antimicrobial Activity against *Staphylococcus* spp – Literature Review. *Brazilian Journal of Development*, 5(10), 18612-18631. <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-111>

Lima, M. F. P., Borges, M. A., Parente, R. S., Victória, R. C. Jr., & Oliveira, M. E. de. (2015). *Staphylococcus aureus* e as infecções hospitalares – Revisão de literatura. *Revista UNINGÁ*

Review, 21(1), 32-39. Recuperado de <http://revista.uninga.br/index.php/uningareview/s/article/view/1616/1227>

Lin, J., Nishino, K., Tolmasky, M., Aminov, R., & Zhang, L. (2015). Mechanisms of antibiotic resistance. *Front Microbiol*, 6(34), 1-3. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00034>

Loureiro, R. J., Roque, F., Rodrigues, A. T., Herdeiro M. T. & Ramalheira, E. (2016). O uso de antibióticos e as resistências bacterianas: breves notas sobre a sua evolução. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 34(1), 77-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpsp.2015.11.003>.

Matos, F. J. A. (1989). *Introdução à fitoquímica experimental*. Edições UFC.

Matos, F. J. A. (2009). *Introdução à Fitoquímica Experimental* (3rd ed.). Edições UFC.

Mendonça, A. T., Carvalho, A. R., Ferreira M. C., & Resende, M. C. Jr. (2016). A utilização dos extratos hidroalcoólico e alcoólico de *eugenia uniflora* L. como agente antibacteriano. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 14(1), 826-833. <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v14i1.3019>

Morais, D. A., Lobato, L. F. L., Viana, J. L., Zagnignan, A., Carvalho, G. P., Coutinho, G. G., Rezende, A. O., Alves, E. S., Maramaldo, C. E. C., Rocha, R. F., Lima, L. G. Neto, & Spuza, E. D. de. (2018). Análise da atividade antimicrobiana do extrato hidroalcoólico das folhas de *Terminalia catappa* contra *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus aureus* resistente a metilina - MRSA. *Revista de Investigação Biomédica*, 10(2), 107-113. <https://doi.org/10.24863/rib.v10i2.243>

Nugroho, R. A., Manurung, H., Saraswati, D., Ladyescha, D. & Nur, F. M. (2016). The Effects of *Terminalia catappa* L. Leaves Extract on the Water Quality Properties, Survival and Blood Profile of Ornamental fish (*Betta* sp) Cultured. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(2), 240-247. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i2.6519>

Poongulali, S., & Sundararaman, M. (2016). Antimycobacterial, anticandidal and antioxidant properties of *Terminalia catappa* and analysis of their bioactive chemicals. *International*

Journal of Pharmacy and Biological Sciences, 6(2), 69-83. Recuperado de https://ijpbs.com/ijpbsadmin/upload/ijpbs_578a04d10329e.pdf

Sahira Banu, K. & Cathrine, L. (2015). General techniques involved in phytochemical analysis. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 2(4), 26-32. Recuperado de <https://www.arcjournals.org/pdfs/ijarcs/v2-i4/5.pdf>

Salares, E. F. O., & Balala, L. M. (2018). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of *Terminalia catappa* L. Leaf Extract Against Potential Pathogens of Animals. *Journal of Science, Engineering and Technology*, 6, 15-25. Recuperado de <https://www.ijterm.org/index.php/jset/article/view/24/20>

Santos, O. V., Lorenzo, N. D., & Lannes, S. C. S. (2016). Chemical, morphological, and thermogravimetric of *Terminalia catappa* Linn. *Food Science and Technology*, 36(1), 151-158. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.0090>

Silva, M. O., & Aquino, S. (2018). Resistência aos antimicrobianos: uma revisão dos desafios na busca por novas alternativas de tratamento. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, 8(4), 472-482. <http://dx.doi.org/10.17058/reci.v8i4.11580>

Souza, M. T., Silva, M. D. da., & Carvalho, R. de. (2010). Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102-106. <http://dx.doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>

Terças, A.G., Monteiro, A. S., Moffa, E. B., Santos, J. R. A. dos., Souza, E. M. de., Pinto, A. R. B., Costa, P. C. S., Borges, A. C. R., Torres, L. M. B., Barros, A. K. D., Filho., Fernandes, E. S., & Monteiro, C. A. (2017). Phytochemical Characterization of *Terminalia catappa* Linn. Extracts and Their antifungal Activities against *Candida* spp. *Frontiers in Microbiology*, 8(2), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00595>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Débora Cosse Silva – 37,5%

Wmairete Pereira Evangelista de Sousa – 37,5%

Débora de Alencar Franco Costa – 25%