

Análise antibacteriana de extratos vegetais frente à *Escherichia coli*

Antibacterial analysis of plant extracts against Escherichia Coli

Larissa Fávaro Marchi
Leonardo Henrique Zorneta
Bruna Camila Quirino Sena de Lima
E-mail: larissafavaromarchi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.47224/revistamaster.v9i18.594>

Resumo

Introdução: Profissionais utilizam plantas com propriedades medicinais no tratamento, cura e prevenção de importantes enfermidades. Plantas como hibisco, alecrim, salsa e alho são alternativas no combate a infecções do trato urinário, especialmente causadas pela *Escherichia coli*. **Objetivo:** Determinar o potencial antibacteriano de extratos vegetais contra bactérias de *Escherichia coli* para o tratamento de infecções do trato urinário. **Metodologia:** Através da infusão dos materiais vegetais secos em meio aquoso, obteve-se o extrato vegetal ativo para analisar-se o seu potencial antibacteriano, enquanto que para o alho foi necessário espremer-lo e amassá-lo para obter-se o extrato ativo. Utilizaram-se cepas padronizadas de *Escherichia coli* ATCC 8739, as quais foram diluídas em meio Caldo Nutriente até a turvação 0,5 da escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ Unidades Formadoras de Colônia – UFC/mL) e inoculadas em placas de Petri contendo o Ágar Müeller Hinton através da técnica de *Spread-Plate*. Todo o processo foi realizado em duplicata, onde os extratos foram submetidos nas placas pela técnica de disco com 15 µL das soluções, no qual como controle negativo utilizou-se disco em branco e, como positivo, discos comerciais contendo 50 µg de Meropenem. **Resultados:** Os extratos de hibisco, salsa e alecrim não inibiram o crescimento bacteriano de forma satisfatória. O alho, porém, apresentou resultados melhores do que o controle positivo com Meropenem. **Conclusões:** O alho mostrou-se eficaz na inibição do crescimento da *Escherichia coli*, enquanto as outras plantas necessitam de novos estudos para avaliar os fatores que resultaram em valores insatisfatórios.

Palavras-chave: Plantas, infecções urinárias, *Escherichia coli*.

Abstract

Introduction: Professionals use plants with medicinal properties to treat, cure and prevent important diseases. Plants such as hibiscus, rosemary, parsley and garlic are alternatives in the fight against urinary tract infections, especially those caused by *Escherichia coli*. **Objective:** To determine the antibacterial potential of plant extracts against *Escherichia coli* bacteria for the treatment of urinary tract infections. **Methodology:** Through the infusion of dry plant materials in an aqueous medium, the active plant extract was obtained to analyze its antibacterial potential, while for garlic it was necessary to squeeze and crush it to obtain the active extract. Standardized strains of *Escherichia coli* ATCC 8739 were used, which were diluted in Nutrient Broth medium until turbidity was 0.5 on the McFarland scale (1.5×10^8 Colony Forming Units - CFU/mL) and inoculated in Petri dishes containing Müeller Hinton Agar using the Spread-Plate technique. The entire process was performed in duplicate, where the extracts were submitted to the plates using the disk technique with 15 µL of the solutions, in which a blank disk was used as a negative control and, as a positive control, commercial disks containing 50 µg of Meropenem. **Results:** The extracts of hibiscus, parsley and rosemary did not inhibit bacterial growth satisfactorily. Garlic, however, presented better results than the positive control with Meropenem. **Conclusions:** Garlic proved to be effective in inhibiting the growth of *Escherichia coli*, while other plants require further studies to evaluate the factors that resulted in unsatisfactory values.

Keywords: Plants, urinary infections, *Escherichia coli*.

1 INTRODUÇÃO

Em vigência das mais diversas comorbidades as quais o ser humano está suscetível, a infecção bacteriana sintomática do trato urinário encontra-se entre as mais frequentes à população, acometendo em sua maioria ao público adulto feminino (Lopes; Tavares, 2005). Diante disso, a prevalência nos grupos de mulheres

perante essas infecções de maneira não complicada presencia-se em um fator de 27%, com isso, há um grande impacto em sua qualidade de vida, uma vez que a frequência se torna incômoda e acarreta questões de ansiedade e estresse para o indivíduo (Cai *et al.*, 2021).

As infecções do trato urinário constituem-se dentre vários microrganismos, abrangendo ao encontro de bactérias Gram-Negativas e Gram-Positivas, também podendo ser causadas devido à presença de fungos. No mais, de acordo com os parâmetros epidemiológicos nota-se que a bactéria uropatogênica, denominada *Escherichia coli* (*E. coli*), está presente em cerca de 75% dos casos de infecções urinárias de baixo grau (Zhou *et al.*, 2023).

A partir do caráter bacteriano, para uma infecção do trato urinário necessita-se da presença de mais de 10⁵/mL de bactérias no material de urina, com isso, é possível observar sintomas variados, a ausência destes ou até mesmo obter-se um paciente com indisposição grave, apresentando altas temperaturas e em alguns casos bacteremia secundárias (Lopes; Tavares, 2005).

Ademais, a resistência mundial aos antibióticos é um fator alarmante cada vez maior, pensando nisso, tornou-se crescente o interesse e busca em suplementos orais que substituam o uso destes fármacos, levando às equipes pesquisadoras e médicas à procura de medicamentos e dispositivos que contenham em sua composição substâncias fitoterápicas e nutracêuticas (CAI *et al.*, 2021). Em consideração a isso, fez-se introdutório o emprego destes medicamentos para o tratamento das infecções urinárias, representando, assim, uma alternativa econômica e razoável em contrapartida do uso de antibióticos em sua maioria (Sihra *et al.*, 2018).

Desse modo, a viabilização do uso dos fitoterápicos leva o interesse às pesquisas para determinar o uso adequado das plantas, com isso, a partir da análise comportamental das infecções do trato urinário, nota-se que o *Hibiscus sabdariffa L.*, comumente conhecido por hibisco, pode ser um atuante eficaz para o combate, prevenção e tratamento dessas adversidades, agindo de forma natural (Silva *et al.*, 2023).

Em consideração a isso, observa-se as possíveis ações, efeitos e mecanismos que o hibisco pode apresentar pelo do combate de infecções do trato urinário (Chou *et al.*, 2016). Seu uso como antimicrobiano e antioxidante apresenta constituintes para o uso farmacológico os ácidos orgânicos, antocianinas, polissacarídeos e flavonoides, além disso, é notável a presença de substâncias com potencial inibitório do crescimento de *E. coli* e fungos no interior do cálice da planta (Almajid *et al.*, 2023).

Não obstante ao uso dos fitoterápicos, o *Rosmarinus officinalis Linnaeus*, popularmente conhecido por alecrim, rosmarinho, dentre outras, apresenta grandes contribuições na medicina desde os tempos mais antigos diante do emprego de seus atributos medicinais, aromatizantes e comestíveis (Souza *et al.*, 2015).

Contudo, pesquisas de literatura afirmam que a utilização do óleo de alecrim sob concentrações elevadas pode apresentar efeitos inibitórios para com o desenvolvimento das bactérias de *E. coli*, uma vez que fatores quanto à sensibilidade do microrganismo frente a estrutura da parede bacteriana corrobora para a obtenção de sua eficácia (Silva *et al.*, 2017).

Adiante do uso dos fitoterápicos como alternativa para o tratamento da comorbidade citada, pode-se compor a estes o uso da *Petroselinum crispum*, uma vez que popularmente pode ser conhecida por salsa ou salsinha. Diante do uso de todas as partes da planta, é possível ter-se ações anti-infecciosas, com isso, aponta que o uso do óleo essencial presente nas folhas da salsa apresenta mais efeitos quando comparado com o óleo essencial de suas sementes para com a inibição de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Ainda, estabelecem características antimicrobianas e antioxidantes nos metabólitos secundários da planta, sendo a presença de flavonoides como a apigenina, miristicina e terpenóides como o apiol (Primak *et al.*, 2013).

No mais, adiante do uso de produtos naturais, o *Allium sativum L.*, mais conhecido entre a população por alho, alho-do-reino, dentre outros, apresenta inúmeras utilizações pelos seres humanos, principalmente no

quadrante da área da saúde (Caldas *et al.*, 2019). Diante da sua utilização, a fração a qual apresentará mais constituintes químicos consiste no bulbilho da planta, neste há a possibilidade de obtenção do extrato aquoso, o qual poderá agir como um potente agente antimicrobiano e antibacteriano (Ferreira *et al.*, 2021).

Além disso, diante o viés de tratar e prevenir diferentes enfermidades, o alho apresenta na sua composição substâncias farmacológicas capazes de agir à nível gastrointestinal, respiratório, renal, no tratamento da hipertensão arterial e da diabetes, assim como da sua potente ação antibacteriana decorrente dos efeitos do composto ativo alicina, que é capaz de destruir e inibir bactérias gram-positivas (Caldas *et al.*, 2019).

Portanto, o vigente trabalho busca através da realização de testes *in vitro* determinar o potencial antibacteriano de extratos vegetais de hibisco, alecrim, salsa e alho frente a inoculação de bactérias *Escherichia coli*, a qual é encontrada na maior parte dos casos de infecções do trato urinário, em benefício de encontrar-se alternativas naturais para os tratamentos alopáticos mediante o aparecimento das resistências bacterianas a estes.

2 METODOLOGIA

Obtenção do material vegetal

Utilizou-se folhas secas das plantas *Hibiscus sabdariffa L.* (hibisco), *Rosmarinus officinalis Linnaeus* (alecrim) e *Petroselinum crispum* (salsa), enquanto que para o *Allium sativum L.* (alho) utilizou-se do bulbilho da planta. Todas foram obtidas no dia 06 de fevereiro de 2024 em comércio local no município de Catanduva-São Paulo e mantidas em armário por dois dias, quando foi iniciado a extração.

Extração dos ativos

Inicialmente, triturou-se as folhas secas do hibisco, do alecrim e da salsa até a obtenção de cerca de 20 g e reservou-se cada uma em um béquer de 500 mL, a partir disso, ferveu-se a água destilada por 15 minutos e, em seguida, distribuiu-se cerca de 150 mL em cada béquer das respectivas plantas, fazendo com que a extração dos princípios ativos ocorresse através da infusão. Esperou-se esfriar por completo e, então, realizou-se a filtragem de todo o conteúdo em papel de filtro para obter-se apenas o material líquido com as propriedades ativas presentes e repetiu-se o processo de filtragem para garantir que todos os resquícios sólidos fossem eliminados.

Para o alho, utilizou-se a parte do bulbilho da planta, este fora amassado e espremido no gral com o auxílio do pistilo, até a obtenção do líquido concentrado das propriedades químicas de interesse, que foi separado das partes sólidas restantes.

Preparo da bactéria

Para a realização da devida análise, utilizou-se cepas padronizadas de *Escherichia coli* ATCC 8739, fornecidas pelo laboratório de Microbiologia e Parasitologia da própria faculdade. Os microrganismos foram diluídos em meio Caldo Nutriente até a turvação 0,5 da escala de McFarland ($1,5 \times 10^8$ Unidades Formadoras de Colônia – UFC/mL). O antibiótico comercial utilizado para controle foi o Meropenem (50 µg).

Preparo das placas de Petri

As placas de Petri foram vedadas com papel *kraft* pardo e fita crepe indicadora de esterilização e, em seguida, foram autoclavadas. Após este processo, o meio de cultura Ágar Müeller Hinton foi distribuído nas placas e deixadas em estufa bacteriológica por 2h a 37°C até a semeadura. Em sequência, as suspensões microbianas foram inoculadas uniformemente na superfície do meio de cultura com auxílio de um swab esterilizado através do método de *Spread-Plate*, todo o processo fora realizado dentro da câmara de fluxo laminar (Hartman, 2011).

Para a distribuição dos extratos fitoterápicos nas placas, realizou-se o teste em duplicata para cada uma, usou-se o método da difusão em ágar pela técnica do disco com 15 µL das soluções. Como controle negativo utilizou-se disco em branco e, como positivo, discos comerciais contendo 50 µg de Meropenem. As placas foram incubadas por 24h a 37°C em estufa bacteriológica.

A análise dos dados foi feita pela medida do diâmetro das zonas de inibição (halo), formadas pela amostra e pelo padrão. Os testes foram realizados em duplicatas e os resultados expressos em mm pela média aritmética do diâmetro do halo de inibição, formado ao redor dos discos nas repetições. Os resultados foram expressos como média (M) ± erro padrão (SEM) de média, e a significância avaliada pela análise de variância ANOVA (GraphPad Prism 5) seguida pelo teste de Tukey, considerando $p < 0,05$ como diferença significativa.

Todos os procedimentos foram executados no laboratório de Microbiologia do campus sede do Centro Universitário Padre Albino – UNIFIPA, localizado na cidade de Catanduva – São Paulo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da formação de halo de inibição em meio Müller-Hinton para técnica de poço para as soluções de alecrim, salsa, hibisco e alho estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1 – Formação de halo inibitório dos extratos fitoterápicos inoculados em placas contendo *Escherichia coli* ATCC8739.

Fitoterápico	Controle Meropenem 50 µg (mm)	Tamanho do halo inibitório (mm)
Hibisco (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	5,0 ± 0,4	0,5 ± 0,3
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	5,0 ± 1,2	0,5 ± 0,7
Salsa (<i>Petroselinum crispum</i>)	6,0 ± 0,8	1,0 ± 1,1
Alho (<i>Allium sativum</i> L.)	6,0 ± 0,2	9,5 ± 1,0

Fonte: os autores.

Diante da efetuação das análises, após o tempo em estufa notou-se que nas placas referentes ao hibisco e o alecrim não apresentaram atividade inibitória que se esperava frente à bactéria da análise em questão.

Abaixo, a figura 1 demonstra os resultados obtidos diante da formação dos halos inibitórios perante o uso do extrato do hibisco.

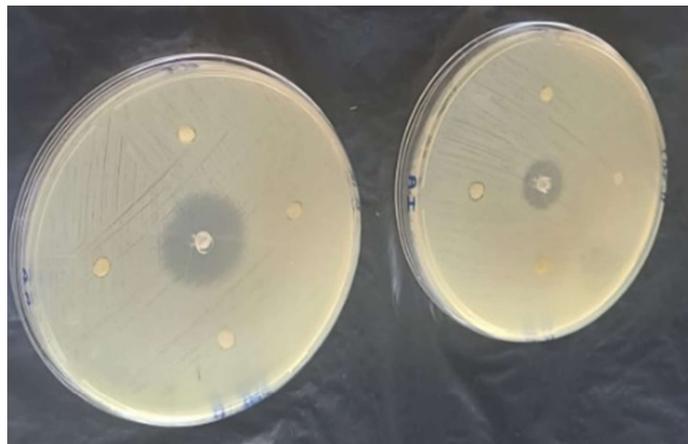
Figura 1 – Placas de Petri contendo extrato aquoso de *Hibiscus sabdariffa* L. frente à bactéria *Escherichia coli* inoculada.



Fonte: Autoria própria.

De mesmo modo, abaixo a figura 2 apresenta os resultados obtidos diante da formação dos halos inibitórios através do uso do extrato de alecrim.

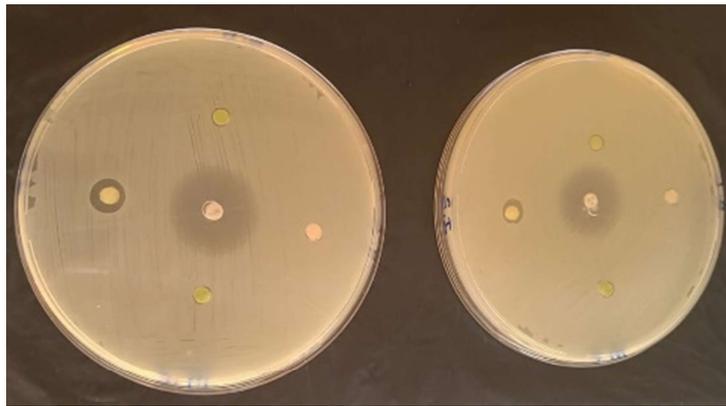
Figura 2 – Placas de Petri contendo o extrato aquoso de *Rosmarinus officinalis* Linnaeus frente à bactéria *Escherichia coli* inoculada.



Fonte: Autoria própria.

Por outro lado, observou-se que nas placas em que se continha o extrato fitoterápico da salsa houve uma pequena inibição, no entanto, ainda menor do que comparado à inibição causada pelo uso dos discos de Meropenem, podendo ser observado na figura 3 abaixo:

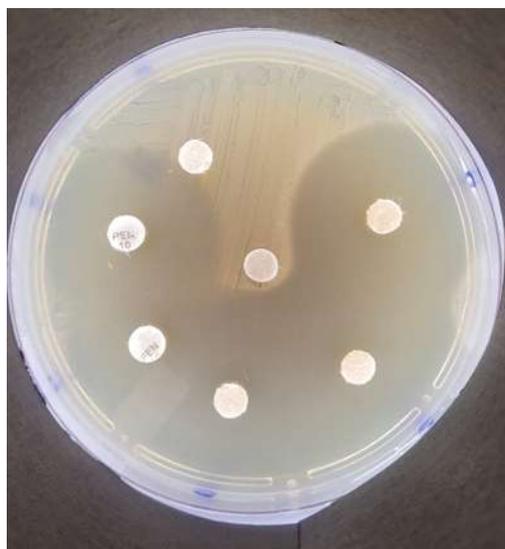
Figura 3 – Placas de Petri contendo extrato aquoso de *Petroselinum crispum* frente à bactéria *Escherichia coli* inoculada.



Fonte: Autoria própria.

Em contrapartida, a análise realizada diante do extrato do bulbilho de alho, apresentou resultados satisfatórios em comparação do uso das demais plantas e do antibiótico de controle, uma vez que a média em milímetros (mm) apresentada nos halos inibitórios do controle variaram entre 5 e 6 mm, enquanto que para o alho o halo de inibição chegou a 9,5 mm, como observado na figura 4 a seguir.

Figura 4 – Placa de Petri contendo extrato concentrado de *Allium sativum* L. frente à bactéria *Escherichia coli* inoculada.



Fonte: Autoria própria.

4 DISCUSSÃO

Vários microrganismos podem desenvolver-se no trato urinário e causar infecções, contudo, na maioria dos casos, as bactérias que se destacam são os bacilos Gram-negativos do grupo das enterobactérias, que acontecem com maior frequência tanto em ITUs complicadas como não complicadas. Essa afirmativa é respaldada, quando observado diferentes estudos na literatura como em estudos de Mengistu e colaboradores (2023) e Salton e Maciel (2017) referente a ITU comunitária, a *E. coli* foi o principal microrganismo encontrado.

Na busca de novas alternativas de tratamento de ITU, a OMS recomenda o uso de fitoterápicos, evidenciando a importância e os benefícios dessa forma de tratamento (BRASIL, 2011).

Estudo publicado em 2000 por Rauha *et al.*, comprovou a atividade antimicrobiana de extratos de 29 espécies, comercializadas ou coletas em diversos locais da Finlândia, ricos em flavonoides, frente a nove microrganismos, sendo esses efetivos contra Gram-positivos, como *Staphylococcus aureus* e *S. epidermidis*, *Bacillus subtilis*; e Gram-negativos como *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa*; e também fungos filamentosos, como *Aspergillus niger*, e leveduras como *Candida albicans* e *Saccharomyces cerevisiae*.

Analisamos cepas padronizadas de *Escherichia coli* ATCC 8739. A preparação da placa para a construção dos resultados foi realizada em duplicata. O teste para avaliação do extrato das plantas foi classificado pelo diâmetro de inibição do crescimento da cepa e comparado à sensibilidade ou resistência ao antibiótico empregado. Os dados obtidos foram organizados sob forma de tabela para elucidação dos resultados. A tabela 1 expressa o tamanho dos halos inibitórios (mm) dos diferentes extratos fitoterápicos.

Corroborando com o trabalho de Silva e colaboradores (2023), nota-se uma contrapartida diante dos resultados obtidos para com o extrato do hibisco, onde que em suas amostras cujas concentrações eram de 10%, cerca de 50% das amostras analisadas apresentaram halo inibitório, no entanto, àquelas cujas concentrações variaram de 3 a 5% não teve a formação dos halos de inibição, o que pode-se observar nos resultados obtidos nas análises realizadas neste trabalho, além disso, pode-se levar em conta o método de extração dos ativos, enquanto que neste fez-se mediante a técnica de infusão e com os demais pesquisadores citados realizaram-se os testes utilizando a técnica de decocção.

Apesar de diversos estudos já terem comprovado a ação antimicrobiana do alecrim, utilizando inclusive métodos de extração por infusão, as pesquisas continuam a aprofundar esse conhecimento. Os resultados obtidos neste trabalho corroboram com os dados achados por Porte e Godoy (2001) que relatam a ação antimicrobiana do óleo essencial do alecrim contra *S. aureus*, pouca ação contra *E. coli* e nenhuma ação contra *P. aeruginosa*. De acordo com Sousa e Conceição (2007) o alecrim demonstrou atividade inibitória contra o *E. coli* nas concentrações 100%, 50% e 25%, mas não apresentou atividade na concentração 10%. Ademais, perante os dados obtidos pela pesquisa de Silva *et al.* (2017), nota-se discrepância ao analisar a eficácia do alecrim frente à *E. coli*, porém, a forma de apresentação dos ativos nas pesquisas se difere, uma vez que os pesquisadores optaram pelo óleo obtido diretamente da planta em concentrações mais altas.

Em relação a salsa, colaborando com as pesquisas de Primak *et al.* (2013), observa-se que os resultados variam de uma pesquisa para a outra diante do fator da concentração utilizada para com os extratos aquosos da salsa, onde que na mesma forma de apresentação deste pode-se obter diferentes graus de inibição da bactéria *E. coli* quando submetida a diferentes concentrações da planta, colaborando, assim, em respostas diferentes quando pensado em tratamentos mais específicos e individualizados.

Kallel *et al.* (2016) reporta que o extrato de alho fresco diluído 128 vezes apresenta resultados significativos, demonstrando o potencial de inibição em cerca de 14 espécies de bactérias, entre elas *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, responsáveis por danos à saúde humana. Em um estudo de revisão sobre propriedades funcionais do alho, Parham *et al.* (2020) afirma que ele apresenta ação antimicrobiana, tanto contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas quanto contra vírus e fungos como *Candida albicans*.

O extrato fresco de *Allium sativum L.*, apresentou atividade antimicrobiana significativa frente à cepa de *E. coli* quando comparado à ação dos antibióticos convencionais. O alho possui uma quantidade muito grande de princípios ativos onde podemos destacar a alicina. A alicina é liberada quando o vegetal é triturado com ajuda da enzima alinase transformando-se em substância extremamente perceptível sensorialmente no que diz respeito ao sabor e odor característico do alho.

Esses resultados encontram-se de acordo com os registrados por Torres (2021), no qual o alho fresco apresentou melhor atividade antibacteriana, uma vez que tal propriedade do extrato de alho é sensível ao calor e a alicina agente antibacteriano mais potente do extrato de alho.

Para Felix, Medeiros e Medeiros (2018) os diferentes tipos de extratos, concentrações e microrganismos testados influenciam de forma significativa nos resultados, motivo pelo qual alguns não são satisfatórios. Ainda em estudos mais recentes como o de Caldas *et al.* (2019) o extrato de alho inibiu o crescimento da bactéria testada em todas as concentrações utilizadas pelo autor. O potencial antimicrobiano apresentado pelo extrato do *Allium sativum L.* pode estar relacionado à presença de taninos no mesmo, os quais são uma ótima substância antimicrobiana devido à sua capacidade de precipitar proteínas. À medida que aumentamos a concentração do extrato, aumentou também a concentração de taninos e, conseqüentemente, o poder antimicrobiano deste.

Em um estudo desenvolvido por Nakamoto (2020), *in vivo*, foi possível observar a ação do alho *in natura* frente a um amplo espectro de estreptococos patogênicos. O estudo utilizou pacientes que foram acometidas com infecção urinária utilizando alho inseridos na região genital. O resultado foi satisfatório mostrando que das nove mulheres, oito delas obtiveram resultados positivos em diminuição ou eliminação total das infecções após o uso.

A busca por plantas com atividade antimicrobiana tem aumentado principalmente devido ao desenvolvimento de resistência bacteriana, acentuado pelo uso desmedido e irracional de antibióticos industrializados. O ritmo do desenvolvimento de resistência microbiana constitui um grande desafio terapêutico e uma preocupação mundial, pois paralelamente ao seu aumento houve uma diminuição no desenvolvimento de novas drogas antimicrobianas. Portanto, inúmeros trabalhos vêm sendo desenvolvidos em todo o mundo com intuito de identificar plantas ou substâncias com propriedades antimicrobianas, uma vez que as plantas produzem inúmeras substâncias biologicamente ativas, e muitos vegetais contêm compostos que são inibidores do crescimento de microrganismos. Assim tem-se nos produtos de origem vegetal uma fonte importante de recursos para a produção de novas drogas e medicamentos que façam uso de substâncias naturais principalmente de plantas.

Levando-se em conta o fato de as plantas não apresentarem resultados positivos a partir do extrato aquoso, nos permite dizer que os metabólitos que apresentam a referida atividade biológica, podem não ter sido extraídos em quantidades suficientes por este método. Assim, a água utilizada como solvente pode não ter sido apropriada para extrair determinadas classes de compostos. Outro fator que não deve ser descartado é a idade e a época em que as plantas foram coletadas e processadas, pois estudos demonstram que a variação sazonal pode ter grande importância na quantidade e até mesmo na produção de alguns ativos, os quais não são produzidos constantemente durante o ano, diminuindo desta forma sua atividade.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir de que o extrato fresco de *Allium sativum L.*, *in vitro*, tem uma ação antimicrobiana em relação ao microrganismo testado. É necessário realizar mais estudos para sugerir alternativas de utilização do extrato de alho na fabricação de medicamentos fitoterápicos que possam reduzir ou mesmo impedir o crescimento de *E. coli*. Outros estudos devem ser feitos para melhor compreender e quantificar a ação antimicrobiana do hibisco, do alecrim e da salsa, uma vez que não há um consenso sobre o nível de inibição aceitável para produtos naturais quando comparados com antimicrobianos padrões.

Além disso, nota-se a importância pela qual o emprego de medicamentos fitoterápicos apresenta diante de comorbidades corriqueiras dentre a população, uma vez que o uso abrangente de alopáticos e demais métodos de tratamento podem ser prejudiciais ou apresentar dificuldades na adesão do tratamento, uma vez que as ocorrências de efeitos indesejáveis mediante o uso de produtos naturais se dão em menor quantidade e risco.

6 REFERÊNCIAS

- LOPES, Hélio Vasconcellos; TAVARES, Walter. Diagnóstico das infecções do trato urinário. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 51, p. 306-308, 2005.
- CAI, Tommaso et al. Xiloglucano, hibisco e própolis no tratamento de infecções não complicadas do trato urinário inferior: uma revisão sistemática e meta-análise. **Antibiotics**, v. 11, n. 1, p. 14, 2021.
- ZHOU, Yang et al. Infecções do trato urinário causadas por *Escherichia coli* uropatogênica: mecanismos de infecção e opções de tratamento. **International journal of molecular sciences**, v. 24, n. 13, p. 10537, 2023.
- SIHRA, Néha et al. Nonantibiotic prevention and management of recurrent urinary tract infection. **Nature Reviews Urology**, v. 15, n. 12, p. 750-776, 2018.
- DA SILVA, Laura Barbosa et al. Atividade antimicrobiana do *Hibiscus sabdariffa* L. em *Escherichia coli* isoladas de urocultura realizada em laboratório público de caruaru, PE. **BIOFARM-Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 17, n. 1, p. 127-142, 2021.
- ALMAJID, Ali et al. Exploring the health benefits and therapeutic potential of roselle (*Hibiscus sabdariffa*) in human studies: a comprehensive review. **Cureus**, v. 15, n. 11, p. 1-10, 2023.
- CHOU, Shun-Ting et al. Explorando o efeito e o mecanismo de *Hibiscus sabdariffa* na infecção do trato urinário e inflamação renal experimental. **Journal of ethnopharmacology**, v. 194, p. 617-625, 2016.
- SOUZA, Ana Paula Oliveira et al. Atividade antimicrobiana dos sumos de alecrim, aroeira, guiné e mastruz sobre *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. **Scientia plena**, v. 11, n. 7, p. 9-9, 2015.
- SILVA, P. G. et al. Fitoterapia aplicada à pacientes com infecção urinária. **II conbrasis**, 2017.
- PRIMAK, Lenise Mayra da Silva et al. Avaliação da atividade antibacteriana de diferentes extratos de raiz de salsa. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 12, n. 1, p. 94-100, 2013.
- CALDAS, Fabiano Freire et al. Atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* L.) frente a bactéria causadora de infecção do trato urinário. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 7, n. 1, p. 217-224, 2019.
- FERREIRA, Jéniffer Carvalho et al. Ação antimicrobiana do *Allium sativum* L. frente as cepas de *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*: uma revisão de literatura. **Visão Acadêmica**, v. 22, n. 4, 2021.
- HARTMAN, Diane. Aperfeiçoando sua técnica de espalhar pratos. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 12, n. 2, p. 204-205, 2011.
- MENGISTU, Dechasa Adare et al. Incidence of urinary tract infection among patients: systematic review and meta-analysis. **INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing**, v. 60, p. 1-12, 2023.
- SALTON, Grasiela; MACIEL, Mônica Jachetti. Prevalência e perfil de resistência de bactérias isoladas em uroculturas de pacientes de uma cidade do interior do Rio Grande do Sul. **Ciência & Saúde**, v. 10, n. 4, p. 194-199, 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. Relatório de Gestão 2006/2010: Práticas Integrativas e Complementares no SUS. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- RAUHA, Jussi-Pekka et al. Antimicrobial effects of finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compounds. **International journal of food microbiology**, v. 56, n. 1, p. 3-12, 2000.
- PORTE, Alexandre; GODOY, Ronoel Luiz de Oliveira; Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimento**, v. 19, n. 2, p. 193-210, 2001.

DE SOUSA, Talita Mara Paulino; CONCEIÇÃO, Douglas Monte. Atividade antibacteriana do alecrim (*Rosmarinus officinalis L.*). **Ensaio e Ciência**, v. 5, pág. 7-13, 2007.

KALLEL, Fatma et al. Isolamento e caracterização estrutural de nanocristais de celulose extraídos de resíduos de palha de alho. **Industrial Crops and Products**, v. 87, p. 287-296, 2016.

PARHAM, Shokoh et al. Propriedades antioxidantes, antimicrobianas e antivirais de materiais herbais. **Antioxidantes**, v. 9, n. 12, p. 1309, 2020.

TORRES, Kátia Andrea de Menezes et al. Garlic: an alternative treatment for group *B streptococcus*. **Microbiology Spectrum**, v. 9, n. 3, p. e00170-21, 2021.

DE MEDEIROS FELIX, Aniele Larice; MEDEIROS, Iara Luiza; DE MEDEIROS, Francinalva Dantas. *Allium sativum*: uma nova abordagem frente a resistência microbiana-uma revisão. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 1, n. 1, p. 201-207, 2018.

CALDAS, Fabiano Freire; FILHO, Jeronimo Pereira Silva; RODRIGUES, Carla Andreia Rezende; SILVA, Diego Pereira. Atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum L.*) frente a bactéria causadora de infecção do trato urinário. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.7 n.1, p. 217-224, 2019.

NAKAMOTO, Masato et al. Propriedades antimicrobianas de compostos hidrofóbicos em alho: alicina, vinilditiína, ajoene e polissulfetos de dialila. **Medicina experimental e terapêutica**, v. 19, n. 2, p. 1550-1553, 2020.