

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DO EFEITO ANTIBACTERIANO E ANTIOXIDANTE DE DIFERENTES EXTRATOS GLICÓLICOS DE PLANTAS MEDICINAIS

IN VITRO EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT EFFECT OF DIFFERENT GLYCOLIC EXTRACTS OF MEDICINAL PLANTS

Flávia Aline Andrade Calixto, docente do Centro Universitário Serra dos Órgãos - UNIFESO, flavialinecalixto@unifeso.edu.br.

Nayara Martins de Andrade, Doutoranda pela Universidade Federal Fluminense – UFF, nayara.martins@live.com.

Eliane Teixeira Mársico, docente da Universidade Federal Fluminense – UFF, elimarsico@gmail.com.

RESUMO

A busca por alternativas naturais aos conservantes sintéticos no processamento de alimentos tem impulsionado o interesse por gêneros vegetais com potencial antimicrobiano e antioxidante. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a atividade antibacteriana de extratos glicólicos de *Thymus vulgaris* (tomilho), *Salvia officinalis*, *Calendula officinalis*, *Olea europaea* (oliveira) e *Echinacea angustifolia in vitro* em *Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*; assim como a atividade antioxidante para avaliar a possibilidade de produzir uma película comestível para ser usada na conservação de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*). O potencial antibacteriano dos extratos foi testado utilizando cepas padrão da Fiocruz das bactérias *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. aureus* e *E. coli*, utilizando a técnica de difusão em poços com concentrações de 20%, 10%, 5% e 2,5%. Apesar das propriedades antimicrobianas atribuídas, na literatura científica às plantas avaliadas, os resultados demonstraram ausência de halos de inibição em todas as amostras e concentrações testadas, indicando que, sob as condições utilizadas, os extratos glicólicos não apresentaram atividade antibacteriana significativa. Por outro lado, a atividade antioxidante, determinada pelo método do DPPH, evidenciou diferenças entre os extratos avaliados, com destaque para o tomilho, que apresentou a maior capacidade antioxidante, seguido por equinácea, oliveira, calêndula e sálvia. Esses resultados indicam que, embora não tenham demonstrado eficácia antibacteriana, os extratos glicólicos possuem potencial antioxidante relevante. Estes achados ressaltam a importância de aprofundar os estudos quanto à forma de extração, concentração dos princípios ativos, estabilidade dos compostos e possíveis sinergias entre os extratos e outros agentes naturais.

Palavras-chave: Antibiógrama; Conservantes naturais; Bioativos.

ABSTRACT

The search for natural alternatives to synthetic preservatives in food processing has increased interest in plant species with antimicrobial and antioxidant potential. In this context, the present study aimed to evaluate the antibacterial activity of glycolic extracts of *Thymus vulgaris* (thyme), *Salvia officinalis*, *Calendula officinalis*, *Olea europaea* (olive), and *Echinacea angustifolia in vitro* against

Salmonella Enteritidis, *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli*, as well as to assess their antioxidant activity with a view to application in the preservation of tilapia fillets (*Oreochromis niloticus*). The antibacterial potential of the extracts was tested using standard Fiocruz strains of *S. Enteritidis*, *S. Typhimurium*, *S. aureus*, and *E. coli*, employing the agar well diffusion technique at concentrations of 20%, 10%, 5%, and 2.5%. Despite the antimicrobial properties attributed to the evaluated plants in the scientific literature, the results showed an absence of inhibition halos in all samples and concentrations tested, indicating that, under the experimental conditions used, the glycolic extracts did not exhibit significant antibacterial activity. On the other hand, antioxidant activity, determined by the DPPH method, revealed differences among the evaluated extracts, with thyme showing the highest antioxidant capacity, followed by echinacea, olive, calendula, and sage. These findings indicate that, although the glycolic extracts did not demonstrate antibacterial efficacy, they present relevant antioxidant potential. Overall, the results highlight the importance of further studies focusing on extraction methods, active compound concentrations, compound stability, and possible synergistic effects between these extracts and other natural agents.

Keywords: Antibioqram; Natural preservatives; Bioactive compounds.

1. INTRODUÇÃO

A chegada do novo milênio, o aumento da longevidade e a ampliação do acesso a informações sobre saúde têm estimulado os consumidores a adotarem uma dieta mais equilibrada para prevenir doenças. Simultaneamente, os avanços científicos proporcionam uma compreensão mais aprofundada das características dos alimentos (DEL RÉ, JORGE, 2012).

Nesse cenário, a preservação da qualidade e do valor nutricional dos produtos torna-se ainda mais relevante, visto que o processo de degradação dos alimentos está associado a diversas alterações que modificam suas propriedades nutricionais, físico-químicas e sensoriais. Frente a esse desafio, as indústrias optaram por utilizar aditivos que ajudam a controlar as alterações químicas nos alimentos, como antioxidantes e conservantes que regulam as populações de microrganismos. No entanto, aditivos tradicionalmente utilizados têm sido questionados devido à sua toxicidade e aos possíveis efeitos carcinogênicos (CEPEDA, SUAREZ, 2021).

Diversos estudos mostram que alguns dos conservantes sintéticos empregados nos alimentos são prejudiciais à saúde. Conservantes artificiais, como nitratos, nitritos e benzoatos, estão associados a diversos riscos, incluindo reações alérgicas, hipersensibilidade, crises asmáticas, danos neurológicos, além do potencial carcinogênico (SHI et al., 2024).

Nesse contexto, a busca por aditivos de origem natural, com a finalidade de substituir os tradicionais, tem atraído o interesse dos pesquisadores, especialmente porque, na maioria dos casos, os consumidores os consideram benéficos devido aos menores efeitos para a saúde comparados aos produtos sintéticos (CEPEDA, SUAREZ, 2021). A adição de antioxidantes naturais tem sido aceita para retardar a oxidação, e prolongar a validade comercial dos produtos, além de apresentar menos efeitos colaterais para o corpo humano do que os antioxidantes sintéticos (ALENISAN et al., 2017).

Dessa forma, os extratos de plantas têm se tornado cada vez mais populares, despontando como uma alternativa promissora de compostos com ação antimicrobiana e antioxidante, podendo ser aplicados em produtos de origem animal com o objetivo de garantir uma melhor qualidade microbiológica e ser menos nocivo à saúde do consumidor (MARANGONI, 2011; SHI et al., 2024).

A crescente demanda por alternativas naturais aos conservantes sintéticos em alimentos motivou a investigação do potencial antimicrobiano e antioxidante de extratos vegetais em diversos setores, incluindo o farmacêutico e alimentício. Portanto, diversas plantas medicinais, tais como sálvia

(*Salvia officinalis*), tomilho (*Thymus vulgaris*), equinácea (*Echinacea* spp.), calêndula (*Calendula officinalis*) e oliveira (*Olea europaea*) têm sido alvo de estudos *in vitro* que demonstram atividade contra patógenos e capacidade antioxidante relevante.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a atividade antibacteriana de extratos glicólicos de *Thymus vulgaris*, *Salvia officinalis*, *Calendula officinalis*, *Olea europaea* e *Echinacea angustifolia* *in vitro* em *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*; assim como sua atividade antioxidante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As alterações que comprometem a qualidade e a segurança dos alimentos podem ser atenuadas com o emprego de antioxidantes e conservantes. Contudo, a crescente desconfiança dos consumidores em relação ao uso de aditivos sintéticos na indústria alimentícia tem impulsionado estudos voltados à substituição desses compostos por ingredientes de origem vegetal, cujas propriedades antioxidantes e antimicrobianas já foram amplamente reconhecidas. Entre as alternativas investigadas estão o uso de plantas secas moídas, óleos essenciais e extratos obtidos por diferentes métodos de extração, os quais podem ser incorporados aos alimentos sob diversas formas (CEGIEŁKA et al., 2022).

Com o avanço da ciência, constatou-se que os efeitos medicinais das plantas estavam relacionados aos seus princípios ativos. Essa constatação levou ao reconhecimento, por parte da humanidade, de que essas substâncias produzidas pelas espécies vegetais possuem diferentes ações farmacológicas, como atividades anti-inflamatórias, antifúngicas e antivirais (ABRANTES et al., 2024).

Na alimentação humana, as ervas e especiarias constituem fontes fundamentais de antioxidantes naturais, destacando-se especialmente aquelas da família Labiatae, como a sálvia e o tomilho (DEL RÉ, JORGE, 2012). Na sálvia, os principais compostos responsáveis pela atividade antioxidante são os derivados ácidos hidroxicinâmicos, tais como os ácidos cafeico e rosmarínico. Os outros componentes importantes, especialmente na *S. officinalis*, são os diterpenoides, o ácido carnosico e os derivados de carnosol (KOSAR et al., 2008).

Outra planta com importantes propriedades funcionais para a indústria alimentícia é a flor da calêndula (*Calendula officinalis* L.). Entre os compostos de maior interesse estão os antioxidantes (carotenos, flavonoides e compostos fenólicos). Além disso, há relatos de que exerce atividade antibacteriana contra patógenos alimentares importantes, como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, bem como atividade antifúngica (MARIN, 2012).

Na medicina, a utilização de produtos de origem natural, como óleos essenciais, extratos ou outras formulações, configura-se como uma estratégia complementar no enfrentamento de infecções provocadas por microrganismos multirresistentes. Trata-se de uma abordagem de baixo custo, de fácil acesso e que, em geral, está associada a menores efeitos adversos quando comparada aos tratamentos farmacológicos tradicionais (TORRES; GUÊNES; GUÊNES, 2023).

No contexto brasileiro, esse potencial ainda demanda investigação, com o objetivo de identificar os princípios ativos envolvidos, as partes da planta responsáveis e seu real efeito farmacológico (ABRANTES et al., 2024). Dessa forma, este estudo justifica-se pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a eficácia de extratos glicólicos de plantas medicinais como agentes antimicrobianos *in vitro*, contribuindo para o desenvolvimento de novas estratégias de controle microbiano, com possível aplicação na Medicina Veterinária e na conservação de alimentos de origem animal.

Os extratos glicólicos são obtidos a partir de matérias-primas naturais tais como plantas, frutas, ervas e flores, por meio de técnicas como a maceração ou a percolação, utilizando solventes hidroglicólicos. Esse tipo de extração emprega substâncias como a glicerina ou o propilenoglicol, geralmente associadas à água ou ao álcool, permitindo a solubilização e concentração dos princípios ativos presentes nos materiais vegetais (SOUSA E SILVA et al., 2024).

Pesquisas que investigaram a composição química e o potencial antimicrobiano de determinados óleos essenciais frente a cepas bacterianas específicas revelaram que o óleo essencial de sálvia (*Salvia officinalis*) se destaca por apresentar altas concentrações de compostos como cânfora, linalol, R(+)-limoneno e carvacrol (CEGIEŁKA et al., 2022). No que diz respeito à ação antimicrobiana, o extrato de sálvia apresenta atividade antimicrobiana contra diversas bactérias, incluindo *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*, *Serratia marcescens*, *Streptococcus pyogenes*, *Proteus mirabilis*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris* e *Staphylococcus aureus* (SOUZA; SILVA; SILIANO, 2017).

A equinácea (*Echinacea purpurea*) é uma planta empregada popularmente no tratamento de diferentes doenças, especialmente em infecções respiratórias. Ademais, pesquisas revelam sua efetividade na prevenção de resfriados comuns, possivelmente em função da presença de fitocompostos que são reconhecidos por suas propriedades farmacológicas, incluindo a atuação no combate a bactérias, vírus e fungos (BARBOSA et al., 2021). Com relação ao uso em alimentos, Andrade et al. (2021) relatam que as propriedades antimicrobianas e antioxidantes da Equinácea possuem potencial para prolongar a validade de diversos produtos, inclusive, para a conservação de frutas. Isso ocorre por meio da redução do crescimento de microrganismos em sua superfície e da contenção de danos provocados pela sua proliferação, os quais podem intensificar o metabolismo e antecipar o processo de envelhecimento dos frutos.

O tomilho (*Thymus vulgaris*) se destaca por ser amplamente empregado como tempero na culinária tanto brasileira quanto internacional. Além disso, é uma planta presente na flora do Brasil, com registros de uso tradicional na medicina popular, embora ainda existam poucos estudos científicos dedicados a essa espécie. Seu extrato etanólico apresenta diversos componentes como fenóis, flavonoides, terpenos, taninos e cumarinas, possuindo um potencial antimicrobiano, atuando contra fungos e bactérias como *Candida glabrata* e *Staphylococcus aureus*. Além disso, pode ser um potente antibacteriano contra cepas gram-positivas multirresistentes (SILVA; RANGEL, 2010). Reis et al. (2020) também avaliaram o efeito bactericida *in vitro* do Tomilho, e observaram que o óleo essencial apresentou efeito contra outras bactérias como *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*.

Outra planta com comprovadas propriedades antibacterianas é a calêndula. Parente et al. (2009) avaliaram a atividade antibacteriana do extrato etanólico e das frações diclorometano e hexânica da calêndula e obtiveram boa resposta especialmente contra bactérias Gram-positivas. O extrato etanólico das flores de calêndula apresentou atividade antibacteriana significativa *in vitro*, especialmente contra *Staphylococcus aureus*, além de promover efeito cicatrizante em feridas cutâneas de ratos, indicando seu potencial terapêutico como agente antimicrobiano e anti-inflamatório.

Complementarmente, Chakraborty et al. (2008) testaram diferentes extratos das folhas da planta (etanólico, aquoso, clorofórmico e com éter de petróleo) contra cepas bacterianas como *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Klebsiella pneumoniae*, constatando ação inibitória relevante contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, especialmente nos extratos etanólico e aquoso. Diferentes compostos presentes nas folhas de calêndula foram identificados pelos autores, tais como alcaloides, carboidratos, flavonoides, terpenoides, esteróis e tanino.

A *Olea europaea* L., popularmente conhecida como oliveira, também é uma planta que apresenta compostos bioativos com notável atividade antibacteriana. Pesquisas indicam que seus extratos, especialmente os obtidos das folhas, são ricos em fenóis e secoiridoides, como a oleuropeína e o hidroxitiroso, responsáveis por inibir o crescimento de diversas bactérias patogênicas. A oleuropeína é um composto fenólico com reconhecido potencial antimicrobiano, antioxidante e anti-inflamatório (MARANGONI et al., 2015).

3. METODOLOGIA

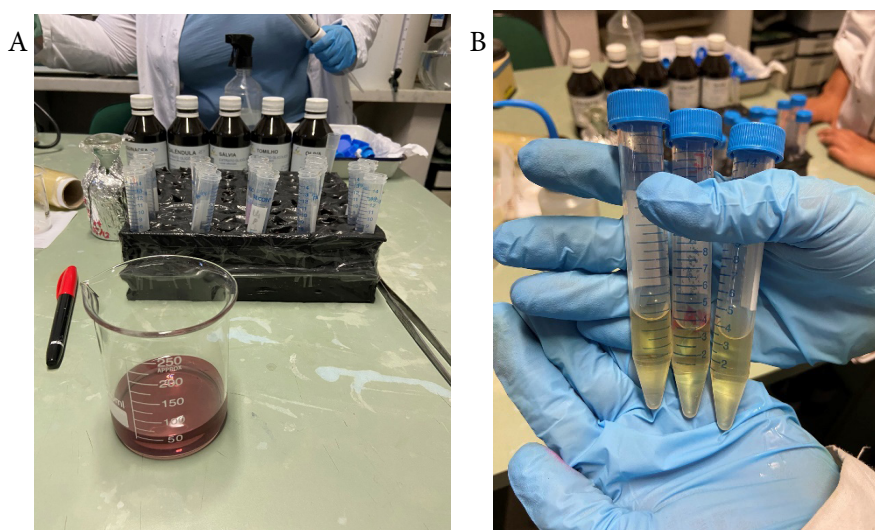
As análises *in vitro* foram realizadas no Centro Universitário Serra dos Órgãos, Campus Quinta do Paraíso, em Teresópolis/RJ. Foram testadas as seguintes cepas: *Salmonella* Enteritidis; *Salmonella* Typhimurium; *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, obtidas liofilizadas, cedidas pela Fundação Oswaldo Cruz. As cepas foram obtidas liofilizadas e reativadas em 0,3 mL de caldo BHI e levadas à estufa a 35-37°C por 24 horas.

Os extratos glicólicos de tomilho (*Thymus vulgaris*), sálvia (*Salvia officinalis*), calêndula (*Calendula officinalis*), oliveira (*Olea europaea*) e equinácea (*Echinacea angustifolia*) foram adquiridos com suas fichas técnicas e diluídas em água destilada esterilizada, obtendo as concentrações de 20%, 10%, 5% e 2,5%. Os extratos adquiridos foram testados quanto a sua esterilidade por meio da semeadura em superfície em Ágar Padrão de Contagem (APC).

Para avaliação da sensibilidade aos extratos glicólicos, foi preparada a escala McFarland de acordo com a metodologia de Salfinger e Tortorello (2015), no qual são preparados uma solução 1% de ácido sulfúrico e outra de cloreto de bário, e misturados diferentes volumes dessas soluções em tubos numerados de 1 a 10 para obter a turvação correspondente à concentração aproximada de microrganismos. Em seguida as culturas foram ajustadas ao nível de 0,5 da escala McFarland, correspondendo a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL. A avaliação da sensibilidade foi realizada em ágar Mueller-Hinton, por meio da técnica de difusão em poços de acordo com a metodologia de Ostrosky et al. (2008) e Bona et al. (2014), com as diferentes concentrações dos extratos e controles: positivo (ciprofloxacino) e negativo (água destilada estéril). Em seguida, foi realizada a mensuração dos halos de inibição para determinação dos resultados com régua milimetrada. Considerando que maiores halos de inibição representam maior atividade antimicrobiana.

A determinação do potencial antioxidante foi realizada de acordo com o método do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), conforme descrito por Rufino et al. (2010) e Brand-Williams et al., 1995. Inicialmente, preparou-se uma solução metanólica de DPPH na concentração de 0,06 mM. Em seguida, 0,1 mL do extrato foi adicionado a 3,9 mL da solução de DPPH. A mistura obtida foi devidamente homogeneizada em vórtex e mantida em repouso durante 15 minutos, à temperatura ambiente, protegida da luz (Figura 1). Após esse período, procedeu-se à leitura da absorbância em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 515 nm. Como solução controle foi utilizado uma mistura de álcool metílico, acetona e água destilada.

Figura 1 – Preparação para o teste da atividade antioxidante pelo método DPPH (A). Transformação da cor do reagente após adição do extrato e repouso por 15 minutos (B).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

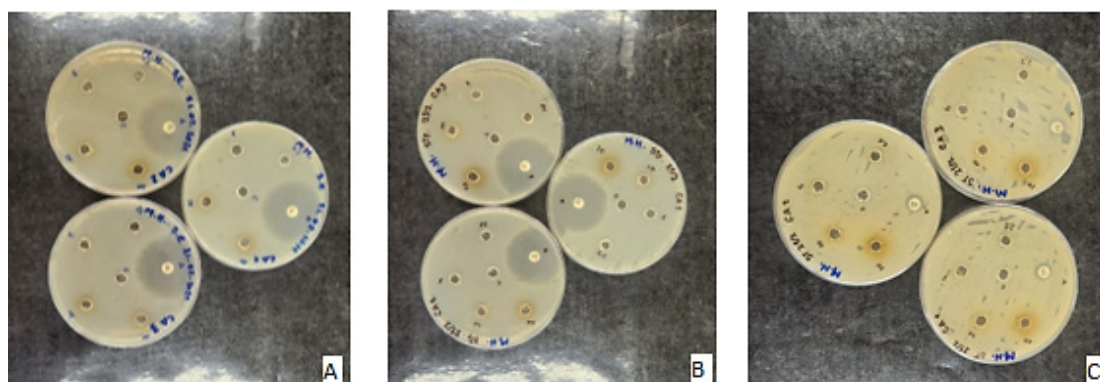
Os resultados mostraram que nenhum dos extratos glicólicos testados foi eficiente, apresentando resistência bacteriana em todas as concentrações e cepas testadas. O controle positivo foi o único que apresentou halo de inibição (Tabela 1).

Tabela 1 – Tamanho dos halos (em milímetros) formados pelo antimicrobiano (controle positivo) nos diferentes extratos glicólicos.

Extrato	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>S. Enteritidis</i>	<i>S. Typhimurium</i>	<i>E. coli</i>
Calêndula	2	16	14	18
Tomilho	1	15	14	16
Equinácea	1	15	14	16
Oliveira	1	15	14	16
Sálvia	1	8	7	3

Nas placas de calêndula (Figura 2) inoculadas com *Staphylococcus aureus* não foram observados halos de inibição em nenhuma das concentrações testadas, enquanto ao redor do disco de antibiótico foi observado halo de 2 mm. *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium também não apresentaram halos de inibição pelo extrato. Houve halos de inibição somente para os antimicrobianos, no valor de 16 mm e 14 mm, respectivamente. Nas placas inoculadas com *E. coli*, o halo observado para o antimicrobiano foi de 18 mm, também sem inibição pelo extrato. Outros autores verificaram resultados diferentes. Parente et. al (2009) analisou o extrato obtido a partir da flor da calêndula e observou que o extrato etanólico possui significativa atividade bacteriana contra *Staphylococcus aureus*.

Figura 2 - Resultado das diferentes concentrações dos extratos glicólicos de Calêndula em placas inoculadas com *Salmonella* Enteritidis (A), *Salmonella* Typhimurium (B) e *Staphylococcus aureus* (C).

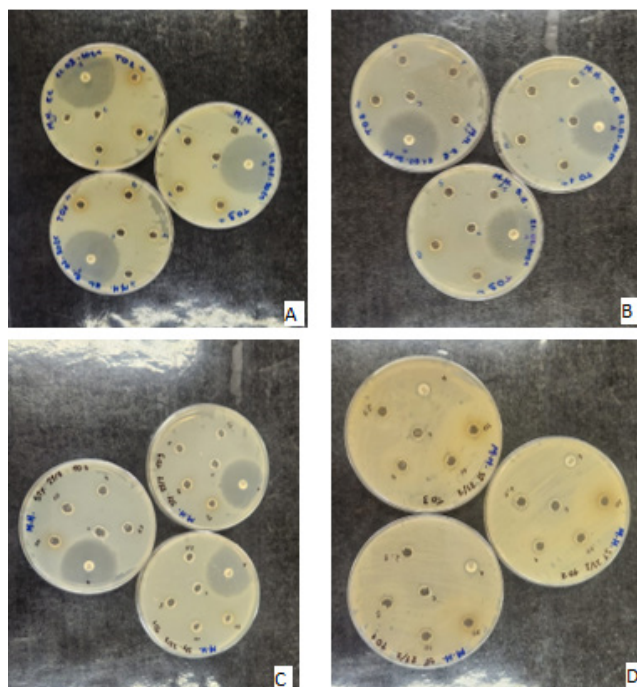


Fonte: Própria autoria.

Nas placas contendo extrato de tomilho (Figura 3) inoculadas com *Staphylococcus aureus*, não foram observados halos de inibição em nenhuma das concentrações avaliadas. Em contraste, ao redor do disco contendo antibiótico, verificou-se a formação de um halo de 1 mm. Da mesma forma, as cepas *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium não apresentaram halos de inibição frente ao extrato, sendo observados apenas halos de 15 mm e 14 mm, respectivamente, em torno dos discos antimicrobianos. Para as placas com *Escherichia coli*, o extrato também não demonstrou atividade inibitória, enquanto o antibiótico gerou um halo de 16 mm.

Diferente do observado, Brito-Junior (2025) constataram que o tomilho apresentou forte atividade antibacteriana contra cepas de *E. coli* isoladas de alimentos, porém no presente estudo que utilizou o extrato glicólico, os autores utilizaram o óleo essencial. Além disso, os autores também observaram ação antiaderente, capaz de prevenir a formação de biofilme.

Figura 3 - Resultado das diferentes concentrações dos extratos glicólicos de Tomilho em placas inoculadas com *Escherichia coli* (A), *Salmonella Enteritidis* (B), *Salmonella Typhimurium* (C) e *Staphylococcus aureus* (D).



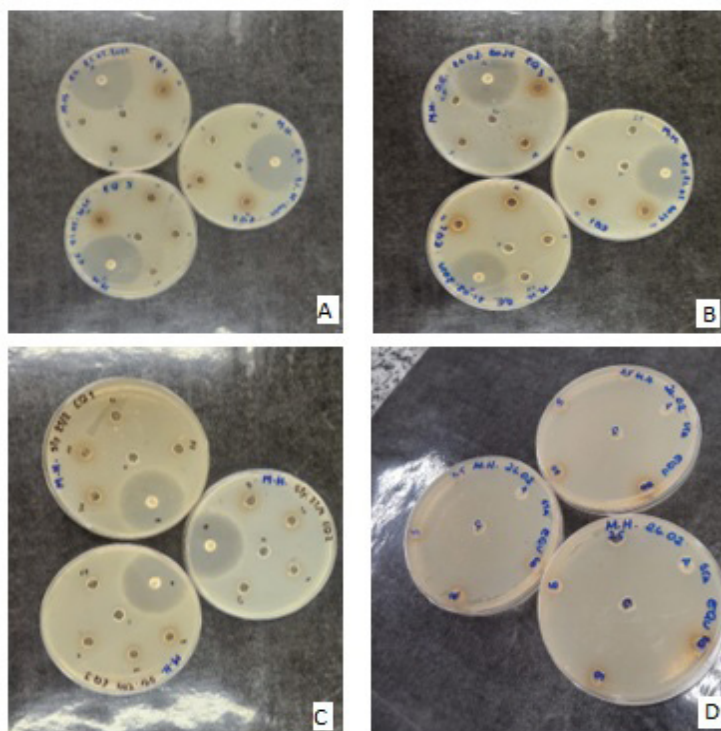
Fonte: Própria autoria.

O mesmo resultado encontrado no tomilho foi observado para Equinácea (Figura 4) e para a Oliveira (Figura 5) mostrando resistência ao extrato em todas as bactérias testadas.

Diferente do que observado no presente estudo, Petkova et al. (2023) observaram que os extratos de equinácea foram eficientes contra diferentes microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas, Gram-negativas, leveduras e fungos filamentosos, incluindo *Staphylococcus aureus*, *Salmonella Enteritidis* e *Escherichia coli*. Os autores avaliaram três frações: hexano, clorofórmio e acetato de etila, todas na concentração de 10 mg/mL. Os resultados mais promissores foram observados com o extrato de acetato de etila, que pode estar associada à presença de ácidos orgânicos, álcoois e açúcares como o manitol, ácidos succínico, málico e fumarico, além de isômeros de frutose. Esses compostos são reconhecidos por suas propriedades antimicrobianas, principalmente contra bactérias Gram-negativas e leveduras. O extrato de clorofórmio foi o que apresentou menor atividade antimicrobiana, apesar de também inibir os mesmos 11 microrganismos, enquanto o extrato de hexano demonstrou halos de inibição maiores.

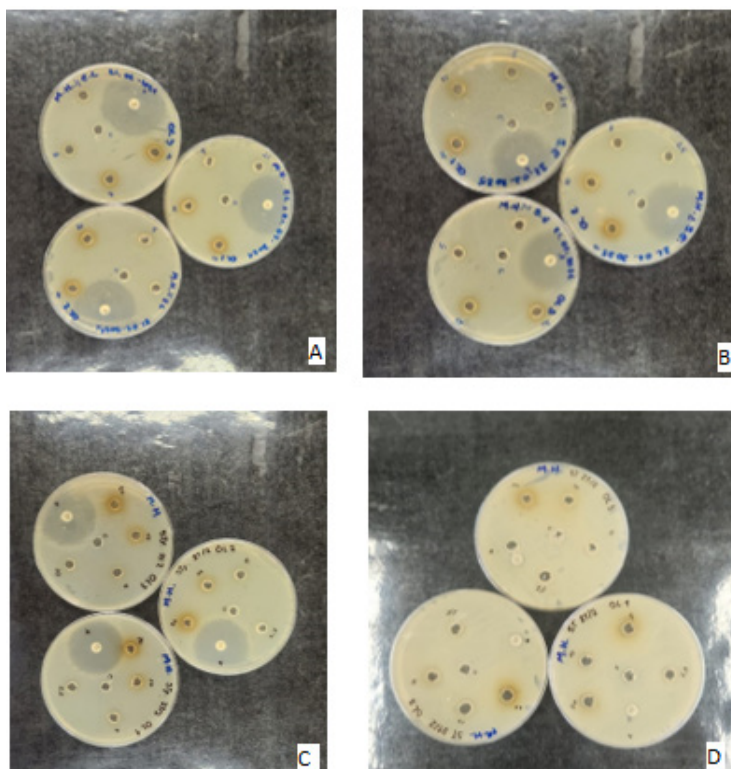
Da mesma forma, Faiza et al. (2011), demonstraram que o extrato hidroalcoólico de folhas de oliveira também apresentou efeito inibitório significativo contra *Escherichia coli*, sugerindo ação sobre a integridade da parede celular bacteriana.

Figura 4 - Resultado das diferentes concentrações dos extratos glicólicos de Equinácea em placas inoculadas com *Escherichia coli* (A), *Salmonella Enteritidis* (B), *Salmonella Typhimurium* (C) e *Staphylococcus aureus* (D).



Fonte: Própria autoria.

Figura 5 - Resultado das diferentes concentrações dos extratos glicólicos de Oliveira em placas inoculadas com *Escherichia coli* (A), *Salmonella Enteritidis* (B), *Salmonella Typhimurium* (C) e *Staphylococcus aureus* (D).

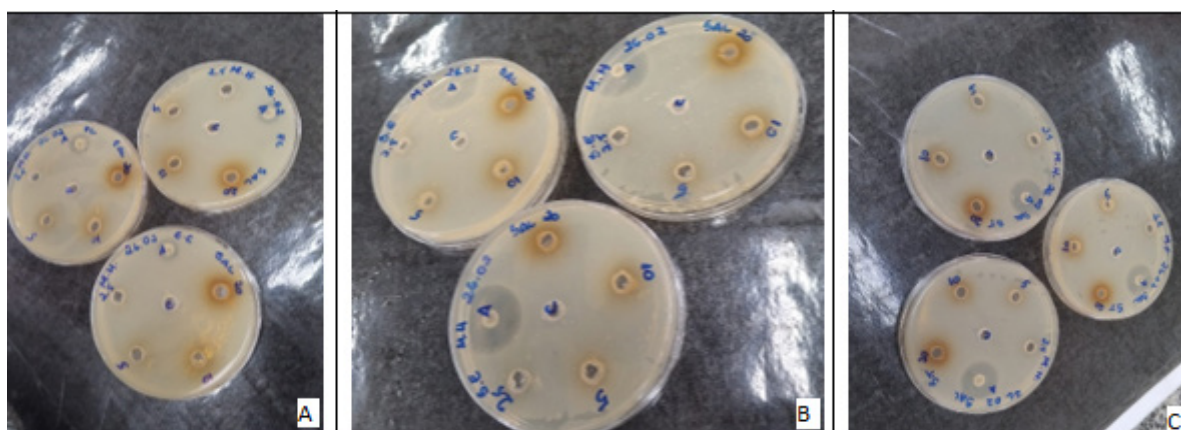


Fonte: Própria autoria.

Nas placas contendo extrato de sálvia (Figura 6) inoculadas com *Staphylococcus aureus*, não foram detectados halos de inibição em nenhuma das concentrações testadas. Por outro lado, observou-se um halo de 1 mm ao redor do disco contendo o antibiótico. As cepas *Salmonella* Enteritidis e *Salmonella* Typhimurium também não apresentaram inibição pelo extrato, sendo formados halos apenas em torno dos discos antimicrobianos, com diâmetros de 8 mm e 7 mm, respectivamente. Da mesma forma, nas placas inoculadas com *Escherichia coli*, o extrato não demonstrou atividade inibitória, enquanto o halo resultante do antibiótico foi de 3 mm.

Cegińska *et al.* (2022) avaliaram o extrato etanólico (a 70%, v/v) e o óleo essencial de sálvia em almôndegas de frango e verificaram eficácia antimicrobiana satisfatória. As formulações testadas não provocaram alterações significativas na aparência, na coloração ou no aroma do produto durante o período de armazenamento. No entanto, para uma avaliação mais abrangente da aceitação sensorial desse tipo de alimento, é fundamental considerar aspectos relacionados ao sabor e à palatabilidade. Com base nos resultados obtidos, o extrato etanólico de sálvia (70%, v/v) mostrou-se especialmente promissor na inibição de processos oxidativos e microbiológicos em almôndegas de frango, sendo uma alternativa recomendável para prolongar sua estabilidade.

Figura 6 - Resultado das diferentes concentrações dos extratos glicólicos de sálvia em placas inoculadas com *Escherichia coli* (A), *Salmonella* Enteritidis (B) e *Staphylococcus aureus* (C).



Fonte: Própria autoria.

A capacidade antioxidante dos diferentes extratos está descrita na tabela 2.

Tabela 2 – Leitura da capacidade antioxidante *in vitro* determinadas pelos métodos de DPPH dos diferentes extratos glicólicos.

Extratos	Absorbância		
Sálvia	0,211	0,215	0,213
Calêndula	0,197	0,198	0,199
Oliveira	0,180	0,178	0,181
Equinácea	0,162	0,168	0,168
Tomilho	0,143	0,142	0,145

Os resultados obtidos pelo método do DPPH demonstram diferenças consistentes na capacidade antioxidante dos extratos glicólicos avaliados, refletidas diretamente nos valores de absorbância. Nesse ensaio, a redução do radical estável DPPH está associada à capacidade do extrato em

doar elétrons ou hidrogênios, sendo, portanto, um indicador amplamente utilizado para estimar a atividade antioxidante de compostos naturais, especialmente aqueles ricos em fenólicos e flavonoides (BRAND-WILLIAMS et al., 1995; RUFINO et al., 2010).

Os resultados mostraram que o extrato de tomilho apresentou os menores valores de absorbância (0,142–0,145), indicando a maior atividade antioxidante entre as plantas analisadas. Esse resultado sugere elevada eficiência do extrato glicólico de tomilho na neutralização de radicais livres, possivelmente relacionada à presença de compostos fenólicos com reconhecida ação antioxidante. O resultado encontrado está de acordo com a literatura, que descreve o tomilho *Thymus vulgaris* como uma das plantas aromáticas com maior potencial antioxidante, atribuído principalmente à elevada concentração de compostos fenólicos, tais como timol e carvacrol. No entanto, quando comparado a antioxidantes sintéticos, as concentrações necessárias para 50% de inibição do radical DPPH foram várias vezes menores do que dos óleos essenciais (KULISIC; RADONIC; MILOS, 2005).

Os compostos não foram individualizados em laboratório, porém essa informação pode ajudar a esclarecer algumas lacunas no presente estudo. Embora compostos como timol e carvacrol sejam mais frequentemente associados aos óleos essenciais, estudos indicam que extratos não voláteis também podem apresentar atividade antioxidante significativa devido à presença de fenólicos solúveis em solventes polares, como os utilizados em extratos glicólicos (DORMAN et al., 2003).

Em seguida, o extrato da equinácea e oliveira, respectivamente com resultados moderados. De acordo com Georgieva et al. (2014), os extratos etanólicos de *E. purpurea* são potenciais fontes de substâncias naturais ativas e não tóxicas, que possuem funções como antioxidantes, tais como derivados do ácido cafeico. Esses compostos apresentam reconhecida capacidade de sequestro de radicais livres, o que justifica os resultados observados.

Os menores valores foram encontrados para calêndula e sálvia quando comparado aos demais. Ainda assim, os resultados indicam a presença de atividade antioxidante mensurável, embora menos expressiva. Os autores já destacaram esse potencial da calêndula, Preethi, Kuttan e Kuttan (2008) observaram que o extrato das flores foi eficaz para eliminar os radicais livre DDPH, e o IC₅₀ foi determinado como sendo 100 µg/mL. De acordo com os autores diferentes ativos possuem atividade antioxidante presentes nesse extrato, tais como licopeno, β-caroteno e cumarinas. Outros compostos importantes de acordo com Deuschle et al. (2015), presentes nas folhas são os flavonoides (24,67 mg/g), polifenóis (33,90 mg/g), taninos condensados (27,30 mg/g) rutina (37,25 mg/g) e quercetina (6,09 mg/g).

Assim como destacaram o potencial da sálvia, Grzegorzcyk, Matkowski e Wysokińska et al. (2007), ao analisarem extratos de raízes de sálvia identificaram forte atividade antioxidante devido à variedade de compostos antioxidantes, no entanto, de acordo com os autores, a atividade dos extratos é atribuída ao método de ensaio e ao método de extração. Portanto, extratos preparados com solventes de menor polaridade, a exemplo da acetona, nos quais predominam o ácido carnósico e o carnosol, evidenciaram acentuada ação antioxidante no ensaio de peroxidação lipídica (LPO), mas apresentaram desempenho inferior na captura do radical DPPH. Em sentido oposto, as frações de maior polaridade, representadas pelos extratos metanólicos, exibiram maior capacidade antioxidante no método DPPH, resultado associado à presença de diterpenoides e, especialmente, do ácido rosmarínico.

Dessa forma, a menor atividade da sálvia e da calêndula encontrada no presente estudo pode estar relacionada à menor eficiência do solvente glicólico na extração de determinados compostos bioativos dessas espécies, especialmente aqueles de natureza menos polar ou mais lipofílica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora os resultados não tenham demonstrado eficácia antibacteriana dos extratos glicólicos frente às cepas testadas, o trabalho contribui para o avanço do conhecimento sobre o uso de plantas medicinais como potenciais agentes conservantes. A pesquisa sinaliza a necessidade de investigações mais aprofundadas, com metodologias aprimoradas, capazes de revelar a efetividade desses bioativo em diferentes contextos.

É possível que a atividade antimicrobiana dessas plantas esteja mais relacionada a outras formas de extração, como os extratos etanólicos ou óleos essenciais, os quais concentram compostos voláteis com reconhecida ação antibacteriana.

Considerando que o pescado possui um perfil lipídico rico em ácidos graxos benéficos à saúde, porém altamente suscetível à oxidação, a utilização de extratos vegetais com elevada atividade antioxidante surge como uma alternativa promissora para a redução da oxidação lipídica e a preservação da qualidade do produto, evitando o uso de conservantes sintéticos. Assim, são necessários estudos subsequentes para avaliar de forma mais aprofundada a aplicação desses extratos em produtos de pescado, visando confirmar sua eficácia antioxidante e seu potencial uso como conservantes naturais.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) pelas cepas concedidas. Faperj/CNPq (E-26/210.639/2023)

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, A. F.; SILVA, S. F.; SILVA, L. A. DA C.; PAMPLONA, T. C.; SILVA, F. J. DA; OLIVEIRA, J. E. Z. DE; ARRUDA, V. M. Plantas medicinais com ação antivirótica. In: *Plantas medicinais: sabedoria tradicional e ciência moderna*, v. 1, p. 132-142, 2024.
- ALENISAN, M.; ALQATTAN, H.; TOLBAH, L.; SHORI, A. Antioxidante properties of dairy products fortified with natural additives. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, v.24, p.106-106, 2017.
- ANDRADE, M. F.; CASARO, M. L. D.; OLIVEIRA, M. L. P.; LIMA, L. P. DE; ALVES, É. E. Impacto do revestimento comestível ativo sobre características físico-químicas de banana Prata Anã estocada sob temperatura ambiente. In: *SIMEALI: IV Simpósio de Engenharia de Alimentos – Interdisciplinaridade e Inovação na Engenharia de Alimentos*, Montes Claros - MG, 11 a 13 de agosto de 2021. Volume 6: Tecnologia de alimentos: embalagens de alimentos, desenvolvimento e processamento de alimentos. Montes Claros: ICA/UFMG, 2021. p. 1-14.
- BARBOSA, F.E.V.; LIMA, R. da S.; SILVA NETO, I. F. da; TAVARES, E. D.; SILVA, R.E.R. da. Uma revisão sobre o potencial farmacológico da *Echinacea purpurea* (L.) Moench frente às infecções respiratórias. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 25, n. 5-esp., p. 749-757, 2021.
- BONA, E. A. M. D.; PINTO, F. G. D. S.; FRUET, T. K.; JORGE, T. C. M.; MOURA, A. C. D. Comparação de métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração inibitória mínima (cim) de extratos vegetais aquosos e etanólicos. *Arquivos do Instituto Biológico*, v. 81, p. 218-225, 2014.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRITO-JUNIOR, L.; BRITO, H. C.; SIMÕES, M. M.; FARIAS, J. H. A.; SANTOS, B.; MARQUES, F. M. C.; MADEIROSA, M. A. A.; ALVES, M. S.; PEREIRAA, C. T.; DINIZ, A. F.; VILELAC, V. L. R.;

- OLIVEIRA-FILHO, A. Antibacterial potential of *Thymus vulgaris* (Thyme) oil against *Escherichia coli* strains isolated from food. *Brazilian Journal of Biology*, v. 85, p. e292165, 2025.
- CEGIELKA, A.; CHMIEL, M.; HA'C-SZYMA' NCZUK, E.; PIETRZAK, D. Evaluation of the Effect of Sage (*Salvia officinalis* L.) Preparations on Selected Quality Characteristics of Vacuum-Packed Chicken Meatballs Containing Mechanically Separated Meat. *Applied Sciences*, v.12, 12890, 2022.
- CEPEDA, R. R; SUAREZ, N. Y. A. A. Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de *Calendula officinalis* L. *Revista Ion*, v.34, n.1, p.97-110, 2021.
- CHAKRABORTHY, G. S. Antimicrobial activity of the leaf extracts of *Calendula officinalis* (Linn). *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, v. 2, n. 2, p. 65-66, 2008.
- DEL RÉ, P.V.; JORGE, N.E. Especiarias como antioxidantes naturais: aplicações em alimentos e implicação na saúde. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v.14, n.2, p.389-399, 2012.
- DEUSCHLE, V. C. K. N., DEUSCHLE, R. A. N., PIANA, M., BOLIGON, A. A., BORTOLUZZI, M. R. B., DAL PRÁ, V.; DOLWISCH, C.B.; LIMA, F.O.; CARVALHO, L.M.; ATHAYDE, M. L. Phytochemical evaluation and in vitro antioxidant and photo-protective capacity of *Calendula officinalis* L. leaves. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 17, n. 4 suppl 1, p. 693-701, 2015.
- DORMAN, H. J. D.; PELTOKETO, A.; HILTUNEN, R.; TIKKANEN, M. J. Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, Oxford, v. 83, n. 2, p. 255-262, 2003.
- FAIZA, I.; WAHIBA, K.; NASSIRA, G.; CHAHRAZED, B.; ATIK, B. F. Antibacterial and antifungal activities of olive (*Olea europaea* L.) from Algeria. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, v. 1, n.2, p. 69-73, 2011.
- GEORGIEVA, S. S.; CHRISTOVA-BAGDASSARIAN, Valentina L.; ATANASSOVA, Maria S. Comparative evaluation of the polyphenol composition and antioxidant capacity of propolis and *Echinacea purpurea*. *Journal of Experimental and Integrative Medicine*, v. 4, n. 1, p. 51-56, 2014.
- GRZEGORCZYK, I.; MATKOWSKI, A.; WYSOKIŃSKA, H. J. F. C. Antioxidant activity of extracts from in vitro cultures of *Salvia officinalis* L. *Food Chemistry*, v. 104, n. 2, p. 536-541, 2007.
- KOŞAR, M.; GÖGER, F.; CAN BAŞER, K.H. In vitro antioxidant properties and phenolic composition of *Salvia virgata* Jacq. from Turkey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.56, n.7, p.2369-2370. 2008
- KULISIC, T.; RADONIC, A.; MILOS, M. Antioxidant properties of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and wild thyme (*Thymus serpyllum* L.) essential oils. *Italian journal of food science*, v. 17, n. 3, p. 315, 2005.
- MARANGONI, C. Avaliação da capacidade antimicrobiana do óleo de *Salvia officinalis* L. aplicado em salame italiano. *E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 32-41, 2011.
- MARANGONI, C.; CICHOSKI, A. J.; BARIN, J. S.; MENEZES, C. R. Efeito da incorporação de folhas de oliveira (*Olea europaea* L.) no desenvolvimento e qualidade da carne de frangos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 18, n. 3, p. 173-184, 2015.
- MARIN, L. E. D. Efecto de la aplicación del extracto hidroalcohólico de flores de caléndula (*Calendula officinalis*) en la estabilización del color y vida útil en pulpa de frutas (Tese de Mestrado). Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2012.
- OSTROSKY, E. A.; MIZUMOTO, M. K.; LIMA, M. E.; KANEKO, T. M.; NISHIKAWA, S. O.; FREITAS, B. R. Métodos para avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CMI) de plantas medicinais. *Revista brasileira de Farmacognosia*, v. 18, p. 301-307, 2008.

PARENTE, L. M. L.; SILVA, M. S. B.; LINO-JÚNIOR, R. D. S.; PAULA, J. R.; TREVENZOL, L. M. F.; ZATTA, D. T.; PAULO, N. M. Efeito cicatrizante e atividade antibacteriana da *Calendula officinalis* L. cultivada no Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 11, n.4, p. 383-391, 2009.

PETKOVA, N.; PETROVA, A.; IVANOV, I.; HAMBARLYISKA, I.; TUMBARSKI, Y.; DINCHEVA, I.; OGNJANOV, M.; DENEV, P. Chemical composition of different extracts from *Echinacea purpurea* (L.) Moench roots and evaluation of their antimicrobial activity. *ChemEngineering*, v. 7, n. 5, p. 94, 2023.

PREETHI, K. C.; KUTTAN, G.; KUTTAN, R. Antioxidant Potential of an Extract of *Calendula officinalis*. Flowers in Vitro. and in Vivo. *Pharmaceutical biology*, v. 44, n. 9, p. 691-697, 2006.

REIS, R. L.; FIGUEIREDO, L. A. de; CASTORANI, G. M.; VEIGA, S. M. O. M. Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Salvia officinalis* frente a bactérias causadoras de infecções urinárias. *Brazilian Journal of Healthy Review*, v. 3, n. 1, p. 342-363, 2020.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. *Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH*. Comunicado Técnico Embrapa, Fortaleza, n. 127, p. 1-4, 2010.

SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. Compendium of methods for the Microbiological Examinations of Foods. 5ed. Washington (DC): American Public Health Association (APHA). 2015.

SHI, J.; LIU, X.; XU, J.; GODA, A. Evaluation of some artificial food preservatives and natural plant extracts against food spoilage and pathogenic microorganisms. *Discover Food*, v. 4, n.89, 2024.

SILVA, T. B.; RANGEL, E.T. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico do tomilho (*Thymus vulgaris* L.) *in vitro*. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v.7, n.2, p. 48 – 58, 2010.

SOUSA e SILVA, M. A. Z. de; CORREA, C. V.; CONDÉ, W. O.; SOUSA, D. dos S.; COSTA, P. Y. S. da; ARAÚJO, R. A. B. de; CLACAGNOTTO, L. S. Obtenção de extrato glicólico de Crajiru e Mulateiro na farmácia fitoterápica do Hospital Santa Marcelina. *Revista Sociedade Científica*, v. 7, n. 1, p. 4381-4388, 2024.

SOUSA, R. R. F. de; SILVA, M. R. da; SILIANO, P. R. Análise da eficácia antimicrobiana de extratos vegetais de *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia officinalis* L. e *Coriandrum sativum* L. *UNISANTA Bioscience*, v. 6, n. 3, p. 207-214, 2017

TORRES, J. L.; GUÊNES, G. T.; GUÊNES, G. M. T. Aplicabilidade da fitoterapia no tratamento de infecções orais causadas por *Escherichia coli* E *Enterococcus faecalis*. *Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro*, v.13, 2023.