

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO ÓLEO ESSENCIAL DO CRAVO DA ÍNDIA (SYZYGIVM AROMATICUM) FRENTE ÀS CEPAS *ESCHERICHIA COLI*, *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*, *SALMONELLA* SSP

ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF CLOVE ESSENTIAL OIL (*SYZYGIVM AROMATICUM*) AGAINST STRAINS OF *ESCHERICHIA COLI*, *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*, AND *SALMONELLA* SSP

Waléria Ferreira Rabêlo

Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, Brasil.

Paulo Roberto Barros Gomes*

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Paragominas, Coordenação de Ensino Pesquisa e Extensão, Brasil.

Jonas Batista Reis

Faculdade Santa Luzia, Departamento de Farmácia, Santa Inês, Maranhão, Brasil.

Rômicy Dermondes Souza

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil.

Maria Alves Fontenele

Universidade Federal do Maranhão, Coordenação de Engenharia de Alimentos, Brasil.

Victor Elias Mouchrek Filho

Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Tecnologia Química, Brasil.

* Autor correspondente

e-mail: prbgomes@yahoo.com.br

Received 16 December 2023; received in revised form 06 February 2024; accepted 14 March 2024

RESUMO

Introdução: O Cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*), membro da família *Mirtaceae*, é cultivado em diversos países da Ásia, África e Ocidente. O eugenol, seu principal composto fenólico volátil, confere aroma e sabor característicos, além de apresentar propriedades bactericidas. **Objetivo:** Este trabalho avaliou a atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*) frente às bactérias *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Salmonella* spp, isoladas de alimentos e água. **Métodos:** Para isso, promoveu-se a extração do óleo essencial dos botões florais secos do cravo da Índia pelo método da hidrodestilação, utilizando um sistema de Clevenger. A avaliação de suscetibilidade das cepas aconteceu através do método de difusão de discos. **Resultados:** *Escherichia coli* e *Salmonella*, isoladas de alimentos, demonstraram sensibilidade ao óleo essencial, com halos de inibição de 16 e 18 mm, respectivamente. Já as cepas gram-negativas *Salmonella* spp. e *Salmonella* isoladas do sururu (*Mytella guyanensis*) também foram sensíveis ao óleo e o padrão com halos de inibição foram de 15 mm. No entanto, as cepas de *Pseudomonas aeruginosa*, isoladas de água, não apresentaram atividade frente ao óleo essencial. **Discussão:** O óleo essencial extraído do *Syzygium aromaticum*, conhecido como cravo-da-Índia, demonstrou um alto nível de atividade antibacteriana contra duas das três cepas bacterianas testadas (*Escherichia coli* e *Salmonella* spp), enquanto exibiu uma atividade moderadamente eficaz contra *Pseudomonas aeruginosa*. **Conclusões:** O estudo microbiológico revelou que o óleo essencial do cravo da Índia apresentou uma boa atividade antibacteriana contra as cepas testadas, sendo que o eugenol é o principal responsável por essa eficácia.

Palavras-chave: Óleo Essencial. *Syzygium Aromaticum*. Cravo. Eugenol. Atividade antibacteriana

ABSTRACT

Background: The Clove (*Syzygium aromaticum*), a member of the *Myrtaceae* family, is cultivated in various countries across Asia, Africa, and the West. Eugenol, its primary volatile phenolic compound, imparts

characteristic aroma and flavor, as well as possessing bactericidal properties. **Objective:** This study evaluated the antibacterial activity of clove essential oil (*Syzygium aromaticum*) against *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Salmonella* spp, isolated from food and water. **Methods:** To achieve this, the essential oil was extracted from the dried floral buds of cloves using the hydrodistillation method, using a Clevenger system. The susceptibility assessment of the strains took place using the disc diffusion method. **Results:** *Escherichia coli* and *Salmonella*, isolated from food, demonstrated sensitivity to the essential oil, with inhibition halos of 16 and 18 mm, respectively. The gram-negative strains *Salmonella* spp. and *Salmonella* isolated from sururu (*Mytella guyanensis*) were also sensitive to the oil, and the pattern with inhibition halos was 15 mm. However, strains of *Pseudomonas aeruginosa*, isolated from water, did not show activity against the essential oil. **Discussion:** The essential oil extracted from *Syzygium aromaticum*, known as clove, demonstrated a high level of antibacterial activity against two of the three tested bacterial strains (*Escherichia coli* and *Salmonella* spp), while exhibiting moderately effective activity against *Pseudomonas aeruginosa*. **Conclusions:** The microbiological study revealed that clove essential oil exhibited good antibacterial activity against the tested strains, with eugenol being the main compound responsible for this efficacy.

Keywords: Essential Oil. *Syzygium Aromaticum*. Clove. Eugenol. Antibacterial Activity.

1. INTRODUÇÃO:

Os óleos essenciais são compostos voláteis encontrados em diversos órgãos vegetais, como partes aéreas, cascas, troncos, raízes, frutos, flores, sementes e resinas. Essas substâncias desempenham funções vitais para a sobrevivência das plantas, incluindo a defesa contra microrganismos (Lima, Oliveira, Lima, Farias, & Souza, 2006). A composição química dos óleos essenciais é influenciada por vários fatores, como condições climáticas, ação de predadores e a idade da planta. (Gobbo-Neto & Lopes, 2007). Além disso, a atividade antibacteriana desses óleos depende da espécie, composição, concentração, substrato, processamento e condições de armazenamento. (Bertini, 2005). Eles demonstraram eficácia contra bactérias gram-positivas e gram-negativas (Alvarenga, Schwan, Dias, Schwan-Estrada, & Bravo-Martins, 2007; Dorman & Deans, 2000; Ushimaru, Silva, Di Stasi, Barbosa, & Fernandes Junior, 2007), bem como contra leveduras (Hammer, Carson, & Riley, 1999) e fungos filamentosos (Souza, Pereira, Angélico, & Pimenta, 2004; Viegas, Soares, Carmo, & Rossetto, 2005).

O Cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*) pertence à família *Mirtaceae* e é cultivado em diversos países da Ásia, África e na região Ocidental (Mendes Ferrão, 1993). O cravinho é a gema floral seca, sendo usado principalmente como condimento na culinária, devido ao seu marcante aroma e sabor, conferido por um composto fenólico volátil, o eugenol que é seu componente majoritário (Gomes, Oliveira, et al., 2018). Nas folhas ele chega a representar aproximadamente 95% do óleo extraído (Raina, Srivastava, Aggarwal, Syamasundar, & Kumar, 2001). O eugenol é muito usado na odontologia

como componente de seladores e outros produtos antissépticos de higiene bucal, tendo comprovado efeito bactericida (Chong, Pitt Ford, & Kariyawasam, 1997; Kaplan, Picca, Gonzalez, Macchi, & Molgatini, 1999; Shapiro, Meier, & Guggenheim, 1994). Estudos sobre a obtenção do óleo essencial do cravo-da-índia têm sido conduzidos devido à sua aplicação comercial direta (Clifford, Basile, & Al-Saidi, 1999; Rovio, Hartonen, Holm, Hiltunen, & Riekkola, 1999). Além disso, o eugenol é utilizado para a produção de outros fenólicos e em pesquisas toxicológicas (Priefert, Rabenhorst, & Steinbüchel, 2001).

Portanto, este trabalho avalia a atividade antibacteriana do óleo essencial extraído dos botões florais secos do Cravo da Índia (*Syzygium aromaticum*) sobre as cepas de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella ssp*.

2. MATERIAL E MÉTODOS:

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa em Química Analítica (LPQA), Central Analítica, Laboratório de Físico-Química e Microbiologia do Pavilhão Tecnológico da Universidade Federal do Maranhão – UFMA e da Central Analítica da Unicamp-SP.

2.1. Materiais

Os reagentes utilizados foram de grau analítico. Ágar Muller Hinton (500g Himedia), Ágar BHI (500g Himedia), padrão eugenol (99%, Sigma).

2.2. Métodos

2.2.1. Coleta dos frutos do cravo da Índia

Os frutos utilizados neste trabalho foram provenientes do mercado informal do projeto

Reviver, no município de São Luís. O material foi selecionado e em seguida acondicionado em sacos plásticos devidamente lacrados e guardados em local seco e arejado. Os botões secos foram triturados no moinho e o material obtido foi armazenado em frasco de polietileno para posterior extração do óleo essencial.

2.2.2. Extração, tratamento e armazenamento do óleo essencial

No processo de extração do óleo essencial do *Syzygium aromaticum*, utilizou-se o sistema Extrator de Clevenger, acoplado a um balão de fundo redondo de 1000 mL e uma manta elétrica como fonte geradora de calor. A biomassa dos botões florais secos do cravo da Índia, pesando aproximadamente 69 gramas, foi adicionada a 200 mL de água destilada. A manta elétrica foi ligada, mantendo a temperatura constante a 100°C. Após 5 horas, a destilação foi encerrada, e o óleo essencial foi recolhido. Para a secagem do óleo, utilizou-se percolação em sulfato de sódio anidro. Essas etapas foram realizadas em triplicatas, e as amostras foram armazenadas em recipientes de vidro sob refrigeração, a fim de evitar possíveis perdas de constituintes voláteis (Gomes, Mouchrek Filho, et al., 2018).

2.2.3. Testes da atividade antibacteriana

As cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella ssp*, *Pseudomonas aeruginosa* utilizadas neste trabalho foram provenientes de alimentos cedidos pelo Laboratório de Microbiologia do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA) da Universidade Federal do Maranhão. A atividade antibacteriana do óleo essencial e do padrão de eugenol foi avaliada utilizando-se o método de difusão em disco recomendado pela *Clinical And Laboratory Standards Institute* (2005).

Para avaliar a atividade antimicrobiana, as culturas bacterianas foram inoculadas em caldo BHI (*Brain and Heart Infusion*) e incubadas a 37°C por 24 horas. Em seguida, realizou-se a diluição até obter uma suspensão padronizada com grau 0,5 da escala de McFarland (10⁸ microrganismos/mL). O inóculo de 0,1 mL de cada cultura bacteriana foi semeado com swab estéril na superfície de placas contendo Agar Mueller Hinton solidificado. Pequenos discos de papel de filtro com 6 mm de diâmetro, impregnados individualmente com 75 µL do óleo essencial e com o padrão de eugenol, foram pressionados levemente sobre a superfície do meio. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas, e a leitura

dos halos de inibição foi realizada com o uso de uma régua milimetrada certificada pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A atividade antibacteriana do óleo essencial do cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum*) foi avaliada pelo método da difusão em disco em relação a cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella spp* e *Pseudomonas aeruginosa*, conforme apresentado na Tabela 1. *Escherichia coli* e *Salmonella*, isoladas de alimentos, demonstraram sensibilidade ao óleo essencial, com halos de inibição de 16 e 18 mm, respectivamente. No entanto, as cepas de *Pseudomonas aeruginosa*, isoladas de água, não apresentaram atividade frente ao óleo essencial, conforme ilustrado na Figura 1.

Os resultados positivos tanto do óleo do cravo-da-Índia quanto do padrão eugenol para as cepas testadas corroboram com estudos anteriores. Novacosk e Torres (2006) verificaram que, entre cinco óleos essenciais extraídos de plantas medicinais, aqueles com maior atividade antimicrobiana eram os que possuíam elevados teores de álcoois, fenóis e aldeídos. Além disso, Asolini e colaboradores (2006) observaram atividade antimicrobiana de todos os compostos fenólicos extraídos de dez plantas usadas como chás.

Com base nas informações de Alzoreky e Nakahara (2003), halos com valores menores que 12 mm não são indicativos de atividade antibacteriana. No entanto, quando se trata de óleos essenciais que contêm eugenol como componente majoritário, existe um consenso entre os autores. Classifica-se sua eficácia como agente antibacteriano quando o halo de inibição apresenta um diâmetro mínimo entre 8 e 10 mm nos testes realizados pelo método da difusão em disco (Cimanga et al., 2002; Farago, Paula, Bittencourt, Zarpellon, & Checchia, 2005; Moreira, Ponce, del Valle, & Roura, 2005). É importante lembrar que a velocidade de difusão das substâncias no ágar influencia a zona de inibição de crescimento. O óleo essencial, sendo viscoso e de baixa polaridade, pode dificultar sua difusão nesse meio. Portanto, qualquer valor de halo obtido, mesmo que pequeno, indica a atividade antibacteriana desse óleo (Fonseca et al., 2006; Glisic, Milojevic, Dimitrijevic, Orlovic, & Skala, 2007).

Os resultados do estudo sobre a atividade antibacteriana do óleo essencial do Cravo da Índia

e do padrão de eugenol em relação às cepas de *Escherichia coli* padrão e à cepa isolada da alface revelaram halos de inibição considerados sensíveis, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

De acordo com Matan e colaboradores (2006), os compostos ativos presentes em óleos ricos em eugenol e outros aldeídos têm capacidade de interferir na síntese de enzimas bacterianas e causar danos à estrutura da parede bacteriana. Além disso, óleos essenciais contendo eugenol, como o óleo da canela, demonstraram potencial inibidor comparável sobre linhagens de *E. coli*. Embora não tenha havido análise fotoquímica específica dos óleos estudados, a presença de compostos ativos e o eugenol como componente majoritário provavelmente contribuíram para a maior atividade antibacteriana dos óleos (Scherer *et al.*, 2009; Silvestri *et al.* 2010).

O óleo essencial do *Syzygium aromaticum* e seu componente principal, o eugenol, demonstraram atividade antimicrobiana contra as cepas gram-negativas *Salmonella* spp. e *Salmonella* isoladas do sururu (*Mytella guyanensis*) (Figuras 5 e 6). Os halos de inibição foram de 15 mm tanto para o óleo quanto para o eugenol. Notavelmente, quando testados com a *Salmonella* isolada de alimentos (sururu), observou-se uma inibição ainda maior, com um valor de 18 mm.

De acordo com Cimanga e colaboradores (2002), óleos essenciais que resultem em halos de inibição de crescimento abaixo de 10 mm são considerados inativos. Quando os halos estão entre 10 e 15 mm, classificam-se como ativos. No caso do óleo essencial dos botões florais secos do *Syzygium aromaticum*, observa-se atividade antibacteriana de excelente nível para duas das três cepas testadas (*Escherichia coli* e *Salmonella* spp.), com halos de inibição iguais ou superiores a 15 mm. Para as cepas de *Pseudomonas aeruginosa*, o óleo apresentou um halo de 12 mm, sendo classificado como moderadamente ativo.

O mecanismo pelo qual os óleos essenciais combatem bactérias ainda não está completamente esclarecido. Estudos indicam que sua ação começa na membrana celular, devido às propriedades lipofílicas e voláteis desses óleos (Stammati *et al.*, 1999). Para Burt (2004), essa ação conjunta dos componentes do óleo, denominado sinergismo, é que o torna eficaz como agente antibacteriano. Tal efeito justifica a atividade do óleo essencial frente às bactérias testadas e esse ganho de eficiência é atribuído aos demais componentes do óleo.

4. CONCLUSÕES:

O óleo essencial do *Syzygium aromaticum* (cravo da Índia), frente às cepas isoladas de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella* ssp, apresentou atividade antibacteriana de excelente nível para duas das três bactérias testadas (*Escherichia coli* e *Salmonella* ssp) e moderadamente ativa para *Pseudomonas aeruginosa*, logo sugere-se que esse condimento poderia oferecer uma alternativa natural e de baixo custo na conservação de alguns alimentos, bem como no combate a certas enfermidades.

5. DECLARAÇÕES

5.1. Limitações do Estudo

Nenhuma limitação era conhecida no momento do estudo.

5.2. Fonte de financiamento

Esta pesquisa foi financiada pelos autores.

5.3. Conflitos de Interesse

Não há conflito de interesse a declarar.

5.4. Open Access

Este artigo está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 (CC BY 4.0), que permite o uso, compartilhamento, adaptação, distribuição e reprodução em qualquer meio ou formato, desde que você dê o devido crédito ao (s) autor (es) original (is) e a fonte, forneça um link para a licença Creative Commons e indique se foram feitas alterações. As imagens ou outro material de terceiros neste artigo estão incluídos na licença Creative Commons do artigo, a menos que indicado de outra forma em uma linha de crédito para o material. Se o material não estiver incluído na licença Creative Commons do artigo e seu uso pretendido não for permitido por regulamentação legal ou exceder o uso permitido, você precisará obter permissão diretamente do detentor dos direitos autorais. Para ver uma cópia desta licença, visite <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

6. REFERÊNCIAS:

1. Alvarenga, A. L., Schwan, R. F., Dias, D. R., Schwan-Estrada, K. R. F., & Bravo-Martins, C. E. C. (2007). Atividade antimicrobiana de extratos vegetais sobre bactérias patogênicas humanas. *Revista Brasileira de*

2. Alzoreky, N. S., & Nakahara, K. (2003). Antibacterial activity of extracts from some edible plants commonly consumed in Asia. *International Journal of Food Microbiology*, 80(3), 223–230.
3. Asolini, F. C., Tedesco, A. M., Carpes, S. T., Ferraz, C., & Alencar, S. M. de. (2006). Atividade antioxidante e antibacteriana dos compostos fenólicos dos extratos de plantas usadas como chás. *Brazilian Journal of Food Technology*, 9, 206–215. Retrieved from <http://bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v9n3252a.pdf>
4. Bertini, L. M., Pereira, A. F., Oliveira, C. L. D. L., Menezes, E. A., Morais, S. M. DE, Cunha, F. A., & Cavalcante, E. S. B. (2005). Perfil De Sensibilidade De Bactérias Frente a Óleos Essenciais De Algumas Plantas Do Nordeste Do Brasil. *Infarma*, 17(3/4), 80–83. Retrieved from http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/17/perfil_bacterias.pdf
5. Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223–253.
6. Chong, B. S., Pitt Ford, T. R., & Kariyawasam, S. P. (1997). Short-term tissue response to potential root-end filling materials in infected root canals. *International Endodontic Journal*, 30(4), 240–249.
7. Cimanga, K., Kambu, K., Tona, L., Apers, S., De Bruyne, T., Hermans, N., Totté, J., et al. (2002). Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Ethnopharmacology*, 79(2), 213–220. Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378874101003841>
8. Clifford, A. A., Basile, A., & Al-Saidi, S. H. R. (1999). A comparison of the extraction of clove buds with supercritical carbon dioxide and superheated water. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*, 364(7), 635–637. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/s002160051>
9. Clinical and Laboratory Standards Institute. (2005). *Normas de Desempenho para Testes de Sensibilidade Antimicrobiana: 15º Suplemento Informativo*.
10. Dorman, H. J. D., & Deans, S. G. (2000). Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *Journal of Applied Microbiology*, 88(2), 308–316. Retrieved from <https://academic.oup.com/jambio/article/88/2/308/6721419>
11. Farago, P. V., Paula, J. P. de, Bittencourt, J. M., Zarpellon, V., & Checchia, L. E. M. (2005). Atividade Antibacteriana De Óleos Essenciais De Ocimum Selloi Benth . (Lamiaceae) Antibacterial Activity of Essential Oils From Ocimum Selloi Benth . (Lamiaceae). *Health (San Francisco)*, 10, 59–63.
12. Fonseca, E. N., Figer, A., Furtado, D. T., Lopes, DPAlviano, D. S., Alviano, C. S., & Leitão, S. G. (2006). Análise química e atividade antimicrobiana do óleo essencial dos frutos de *Vitex cymosa* Bertero. *Rev. Bras. Pl. Med*, 8(4), 87–91.
13. Glisic, S., Milojevic, S., Dimitrijevic, S., Orlovic, A., & Skala, D. (2007). Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of *Juniperus communis* L. and a comparison with some commercial antibiotics. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 72(4), 311–320. Retrieved from <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0352-51390704311G>
14. Gobbo-Neto, L., & Lopes, N. P. (2007). Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quimica Nova*, 30(2), 374–381.
15. Gomes, P. R. B., Mouchrek Filho, V. E., Ferreira Rabêlo, W., Albuquerque do Nascimento, A., Costa Louzeiro, H., Da Silva Lyra, W., & Alves Fontenele, M. (2018). Caracterização química e citotoxicidade do óleo essencial do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 47(1), 37–52. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rccquifa/article/view/70657>

16. Gomes, P. R. B., Oliveira, R. W. S. de, Filho, V. E. M., Nascimento, A. A. do, Everton, A. P., Louzeiro, H. C., Reis, J. B., et al. (2018). Atividade larvicida do óleo essencial *Syzygium aromaticum* (cravo-da-índia) frente ao mosquito *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762). *Periodico Tchê Química*, 15(29), 184–195.
17. Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86(6), 985–990. Retrieved from <https://academic.oup.com/jambio/article/86/6/985/6720699>
18. Kaplan, A. E., Picca, M., Gonzalez, M. I., Macchi, R. L., & Molgatini, S. L. (1999). Antimicrobial effect of six endodontic sealers: an in vitro evaluation. *Dental Traumatology*, 15(1), 42–45. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-9657.1999.tb00748.x>
19. Lima, I. de O., Oliveira, R. de A. G., Lima, E. de O., Farias, N. M. P., & Souza, E. L. de. (2006). Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de *Candida*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16(2), 197–201. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2006000200011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
20. Matan, N., Rimkeeree, H., Mawson, A. J., Chompreeda, P., Haruthaithanasan, V., & Parker, M. (2006). Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. *International Journal of Food Microbiology*, 107(2), 180–185. Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160505004903>
21. Mendes Ferrão, J. E. (1993). *Especiarias: cultura, tecnologia, comércio*. (Instituto de Investigação Científica Tropical, Ed.). Lisboa.
22. Moreira, M. R., Ponce, A. ., del Valle, C. E., & Roura, S. I. (2005). Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT - Food Science and Technology*, 38(5), 565–570. Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643804001938>
23. Novacosk, R., & Torres, R. S. A. (2006). Atividade antimicrobiana sinérgica entre óleos essenciais de lavanda (*Lavandula officinalis*), melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), cedro (*Juniperus irginiana*), tomilho (*Thymus vulgaris*) e cravo (*Eugenia caryophyllata*). *Revista Analytica*, 21(21), 36–39.
24. Priefert, H., Rabenhorst, J., & Steinbüchel, A. (2001). Biotechnological production of vanillin. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 56(3–4), 296–314. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/s002530100687>
25. Raina, V. K., Srivastava, S. K., Aggarwal, K. K., Syamasundar, K. V., & Kumar, S. (2001). Essential oil composition of *Syzygium aromaticum* leaf from Little Andaman, India. *Flavour and Fragrance Journal*, 16(5), 334–336.
26. Rovio, S., Hartonen, K., Holm, Y., Hiltunen, R., & Riekkola, M. L. (1999). Extraction of clove using pressurized hot water. *Flavour and Fragrance Journal*, 14(6), 399–404.
27. Shapiro, S., Meier, A., & Guggenheim, B. (1994). The antimicrobial activity of essential oils and essential oil components towards oral bacteria. *Oral Microbiology and Immunology*, 9(4), 202–208. Retrieved from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1399-302X.1994.tb00059.x>
28. Scherer, R., Wagner, R., Duarte, M. C. T., & Godoy, H. T. (2009). Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11, 442–449.
29. Silvestri, J. D. F., Paroul, N., Czyewski, E., Lerin, L., Rotava, I., Cansian, R. L., Mossi, A., Toniazzi, G., Oliveira, D.D & Treichel, H. (2010). Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). *Revista Ceres*, 57, 589–594.
30. Souza, S. M. C. de, Pereira, M. C., Angélico, C. L., & Pimenta, C. J. (2004). Avaliação de óleos essenciais de condimentos sobre o desenvolvimento micelial de fungos associados a produtos de panificação.

Ciência e Agrotecnologia, 28(3), 685–690. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542004000300027&lng=pt&tlng=pt

Microbiology, 38(4), 717–719. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-83822007000400024&lng=en&nrm=iso&tlng=en

31. Stamatii, A., Bonsi, P., Zucco, F., Moezelaar, R., Alakomi, H.-L., & von Wright, A. (1999). Toxicity of Selected Plant Volatiles in Microbial and Mammalian Short-term Assays. *Food and Chemical Toxicology*, 37(8), 813–823. Retrieved from <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691599000757>
32. Ushimaru, P. I., Silva, M. T. N. da, Di Stasi, L. C., Barbosa, L., & Fernandes Junior, A. (2007). Antibacterial activity of medicinal plant extracts. *Brazilian Journal of*
33. Viegas, E. de C., Soares, A., Carmo, M. G. F. do, & Rossetto, C. A. V. (2005). Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. *Horticultura Brasileira*, 23(4), 915–919. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362005000400010&lng=pt&tlng=pt

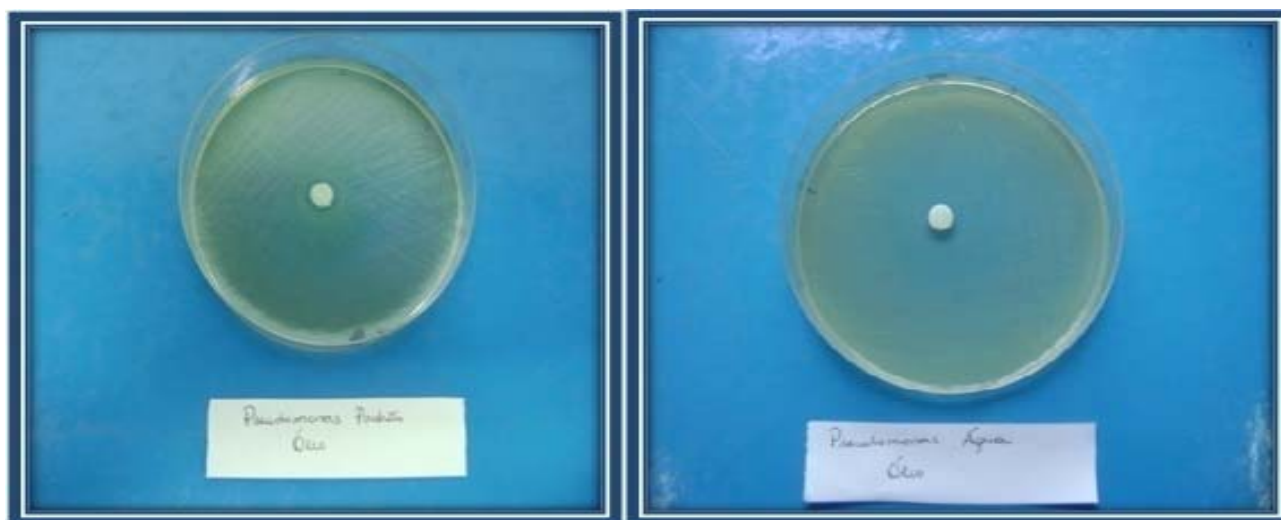


Figura 1. Comparação da atividade antibacteriana do óleo essencial contra as cepas de *Pseudomonas aeruginosa* padrão e *Pseudomonas aeruginosa* isoladas da água. Fonte: o autor

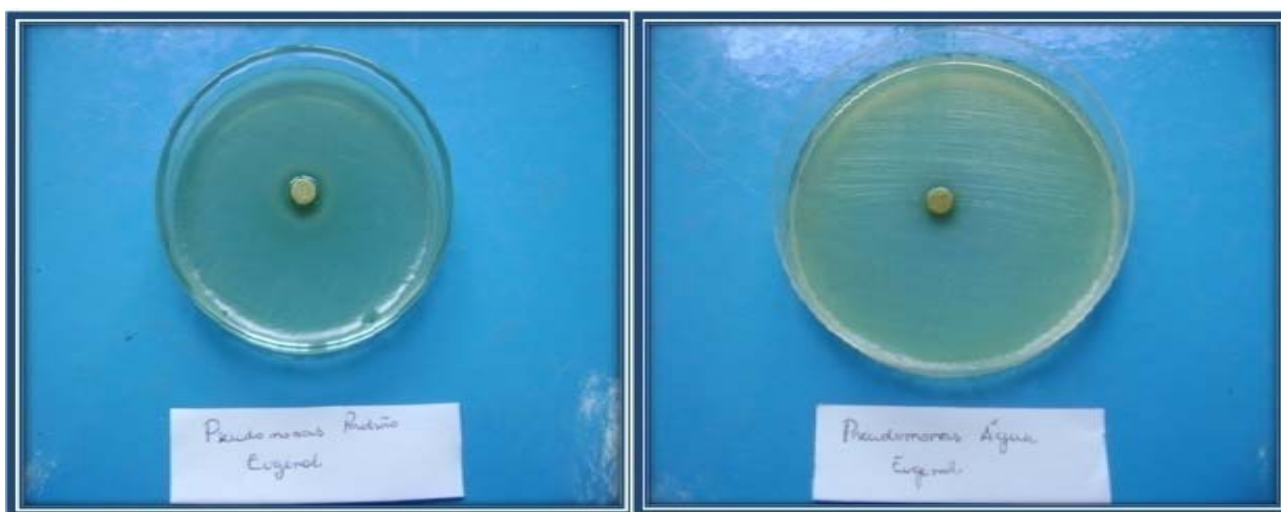


Figura 2. Comparação da atividade antibacteriana do eugenol contra as cepas de *Pseudomonas aeruginosa* padrão e *pseudomonas aeruginosa* isoladas da água. Fonte: o autor

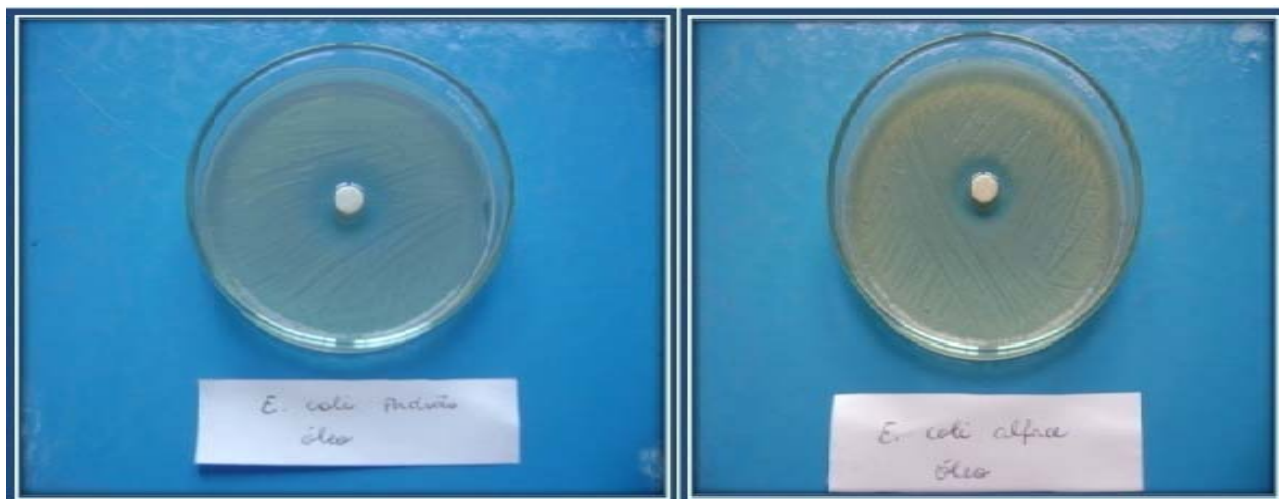


Figura 3. Comparação da atividade antibacteriana do óleo essencial contra as cepas de *E.coli* padrão e *E.coli* isoladas da água. Fonte: o autor

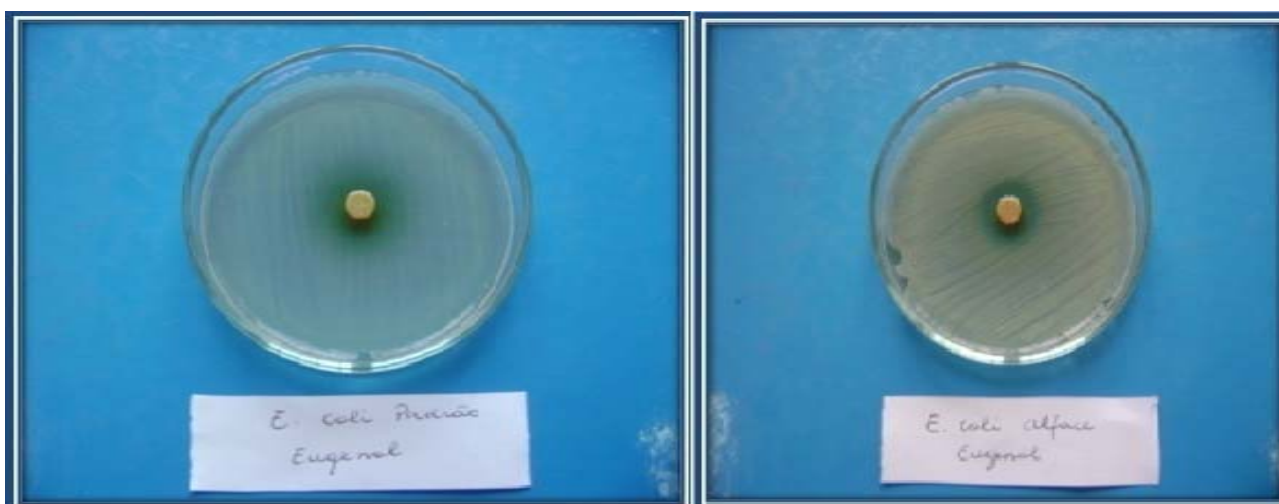


Figura 4. Comparação da atividade antibacteriana do eugenol contra as cepas *E.coli* padrão e *E.coli* isolada da água. Fonte: o autor



Figura 5. Comparação da atividade antibacteriana do óleo contra as cepas *Salmonella ssp* padrão e *Samonella* isoladas do sururu (*Mytella guyanensis*). Fonte: o autor

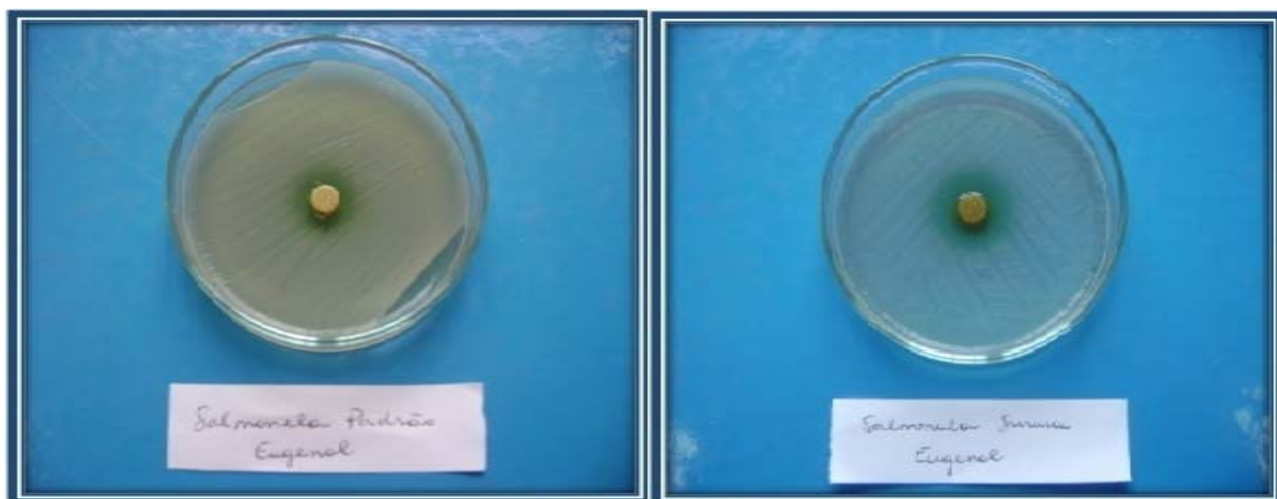


Figura 6. Comparação da atividade antibacteriana do eugenol contra as cepas *Salmonella* ssp padrão e *Samonella* isoladas do sururu (*Mytella guyanensis*). Fonte: o autor

Tabela 1. Sensibilidade das cepas de *Escherichia coli*, *Salmonella* spp e *Pseudomonas aeruginosa* ao óleo essencial do *Syzygium aromaticum* e do padrão de eugenol, utilizando-se o método de difusão em disco. Fonte: o autor

Componentes	<i>E.coli</i> (mm)		<i>Salmonella</i> spp (mm)		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (mm)	
	Padrão	Alface	Padrão	Sururu (<i>Mytella guyanensis</i>)	Padrão	Água
Óleo Essencial	16	16	15	18	12	-
Eugenol	19	16	15	18	12	12