

Utilização de Óleos Essenciais Como Forma de Controle de Espécies de *Vibrio* em Pescado Para o Consumo Humano

Use of Essential Oils as a Way to Control *Vibrio* Species in Fish for Human Consumption

Greyce Silveira Mello^a; Thamiris Pereira de Moraes^{*a}; Cláudio Dias Timm^a

^aUniversidade Federal de Pelotas. RS, Brasil.

*E-mail: thamiris.p@outlook.com

Resumo

Surtos de doenças causadas por micro-organismos patogênicos em alimentos têm sido reportados com frequência, o que acaba sendo uma preocupação, tanto para consumidores quanto para a indústria. Os peixes são muito suscetíveis à infecção bacteriana e à deterioração microbiana, sendo, por isso, uma das fontes de transmissão de doenças pelos alimentos. Espécies do gênero *Vibrio* são comumente reportadas como agentes causadores de surtos alimentares associados ao consumo de peixes, sendo relatados surtos de vibriose com maior frequência e amplamente distribuídos pelo Mundo. Como possível alternativa natural para segurança microbiológica de alimentos, os óleos essenciais, que são constituídos por metabólitos secundários de plantas, vêm sendo aplicados na conservação de alimentos, por serem considerados mais seguros em relação aos aditivos químicos e por serem bem aceitos pelos consumidores. O objetivo desta revisão é fazer um parecer sobre casos de vibriose e sintetizar o conhecimento referente ao uso de óleos essenciais com potencial ação antimicrobiana perante espécies de *Vibrio*. Ainda são escassos os conhecimentos sobre os efeitos dos diferentes tipos de óleos essenciais já estudados sobre as espécies de *Vibrio*, sendo necessários mais estudos para o melhor entendimento dos efeitos de cada tipo de óleo para cada espécie de bactéria do gênero *Vibrio*.

Palavras-chave: Aditivos Naturais. Pescados. DTA

Abstract

Outbreaks of diseases caused by pathogenic microorganisms in food have been reported frequently, which ends up being a concern for both consumers and the industry. Fish are very susceptible to bacterial infection and microbial deterioration and are therefore one of the sources of foodborne disease transmission. Species of the genus *Vibrio* are commonly reported as causative food outbreaks agents associated with fish consumption, and outbreaks of vibriosis being reported more frequently and widely distributed around the world. As a possible natural alternative for microbiological food safety, essential oils, which are made up of secondary plant metabolites, have been applied in food preservation, as they are considered safer concerning chemical additives and because they are well accepted by consumers. The purpose of this review is to provide an opinion on cases of vibriosis and synthesize the knowledge regarding the use of essential oils with potential antimicrobial action against *Vibrio* species. Knowledge about the effects of the different types of essential oils already studied on *Vibrio* species is still scarce, and further studies are needed to better understand the effects of each type of oil for each bacterium species of the *Vibrio* genus.

Keywords: Natural Additives. Fish. Foodborne Illness.

1 Introdução

O pescado possui microbiota própria, que coexiste em equilíbrio biológico no peixe vivo (OGAWA; MAIA, 1999) e que reflete as condições microbiológicas do local no qual foi capturado (MURATORI *et al.*, 2004). Após a captura, o pescado também pode ser contaminado durante o transporte, manipulação, contato com superfícies, equipamentos e gelo contaminado, no ambiente de estocagem e na comercialização (HUSS, 1997; SILVA JUNIOR *et al.*, 2015).

Entre as bactérias patogênicas associadas ao consumo de pescados e seus derivados se destacam: *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *V. parahaemolyticus*, *Staphylococcus* spp., *Salmonella* spp., *Shigella* spp. e *Escherichia coli* (NOVOTNY *et al.*, 2004). Espécies de *Vibrio* são, frequentemente, isoladas de diferentes

biótipos em todo o Mundo, incluindo água do mar, pescados e também a partir de instalações de aquicultura (BAFFONE *et al.*, 2000; XIE *et al.*, 2005; SNOUSSI *et al.*, 2006; LHAFI; KU^ˆHNE, 2007; COLAKOGLU *et al.*, 2006).

Surtos de doenças causadas por micro-organismos patogênicos em alimentos têm sido reportados cada vez com maior frequência, o que acaba sendo uma preocupação, tanto para consumidores quanto para a indústria. Estima-se que ocorram em torno de 80 mil casos de vibriose por ano nos Estados Unidos e cerca de 52 mil desses casos seja pela ingestão de alimentos contaminados (CDC, 2019a). Entre os anos de 2009 a 2018 foram reportados 2.350 surtos de DTA no Brasil, sendo que as bactérias foram os principais micro-organismos envolvidos nesses casos (BRASIL, 2018), porém são escassas as informações sobre as vibrioses no país.

Vibrio é um gênero bacteriano de ambiente tipicamente

marinho e estuarino e bactérias deste gênero são isoladas de peixes e crustáceos, sendo capazes também de se multiplicarem livremente em águas marinhas (LIMA, 1997). Entre as espécies patogênicas importantes para humanos se destacam o *Vibrio parahaemolyticus* e o *Vibrio vulnificus*.

A busca por alimentos naturais tem se tornado uma grande preocupação para a indústria de alimentos, principalmente, em relação ao uso de conservantes químicos, que podem às vezes serem substituídos por alternativas naturais, menos prejudiciais à saúde (VIUDA-MARTOS *et al.*, 2008; SILVA; SILVA; PAIVA, 2017). Os óleos essenciais de condimentos, através da combinação de sabor e aroma, são geralmente aceitos (AYALA-ZAVALA *et al.*, 2009), sendo referidos como uma alternativa natural capaz de prover a extensão da vida útil e satisfatória segurança microbiológica de alimentos (CATTELAN, 2012).

O objetivo desta revisão é fazer um parecer sobre casos de vibriose no Continente Americano e sintetizar o conhecimento referente ao uso de óleos essenciais com potencial ação antimicrobiana frente a espécies de *Vibrio*.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

Foram utilizados os termos “*Vibrio*”, “surto alimentar”, “vibriose”, “doença transmitida por alimento” em diferentes combinações no buscador Google Acadêmico. A partir dos resultados encontrados foi feita uma seleção dos artigos acadêmicos, que mais se encaixavam para o levantamento bibliográfico usado para o trabalho, que estavam relacionados aos surtos de vibriose no Continente Americano. Dos textos que se encaixavam no critério de seleção foram utilizados 59 para compor a revisão.

2.2 Vibrioses

As espécies mais comumente relatadas em surtos por vibrioses são o *Vibrio parahaemolyticus*, *V. vulnificus* e *V. alginolyticus*, sendo responsáveis por 45 mil doenças por ano nos Estados Unidos (CDC, 2019a). De forma alarmante, esta tendência não é restrita aos EUA, fenômeno muito provavelmente provocado pelo aquecimento da temperatura dos Oceanos (BAKER-AUSTIN *et al.*, 2012; LEVY, 2015; SILVEIRA, 2018).

V. parahaemolyticus é considerado um patógeno relevante nas Regiões Costeiras de clima temperado e tropical em todo o Mundo (MARTINEZ-URTAZA *et al.*, 2004). Este micro-organismo tem sido responsável por casos de gastroenterites associadas ao consumo de peixes, moluscos e crustáceos do mar, crus ou mal cozidos (KABORÉ *et al.*, 2018).

O primeiro caso confirmado de infecção por *V. parahaemolyticus* na América do Sul ocorreu em 1975, no Ceará, Brasil, e foi relatado como caso isolado de diarreia aquosa em uma criança de 6 anos de idade (HOFER, 1983). A cepa foi sorotipada como O5:K17, Kanagawa-positivo.

Não há dados epidemiológicos disponíveis, exceto que a população local era conhecida por comer peixes marinhos e de água doce curados com sal (SANTOS; VIEIRA, 2013; HOFER, 1983). Em 2002, foram relatados 26 casos entre os hóspedes de dois hotéis no Ceará e *V. parahaemolyticus* O3:K6 foi encontrado em 45% deles, porém a bactéria não foi isolada a partir de amostras de alimento (CARMO, 2012). Segundo Carmo (2012), entre os anos de 1999 a 2006, no Brasil, *V. parahaemolyticus* esteve relacionado com três surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA), que ocorreram por ingestão de alimentos crus ou mal cozidos, com 39 casos relatados.

Outra espécie envolvida em DTA através do consumo de pescados é *V. vulnificus*. As infecções por consumo, geralmente, ocorrem pela ingestão de moluscos crus, principalmente ostras, nas quais a bactéria pode ocorrer em grande número (10^5 UFC/g ou mais). O CDC (2019b) estima que *V. vulnificus* seja responsável por cerca de 205 infecções por ano nos Estados Unidos. Infelizmente, poucos países, com exceção dos Estados Unidos (NEWTON *et al.*, 2012), mantêm sistemas de vigilância efetivos, dedicados e legalmente aplicados para esse agente patogênico, o que dificulta grandemente a compreensão e visão global das doenças causadas pelo *V. vulnificus*.

As infecções por *V. vulnificus* em seres humanos são derivadas do consumo de pescado ou da exposição à água contaminada, sendo esse patógeno responsável por grande parte das mortes relacionadas ao consumo e manipulação de pescados (JONES; OLIVER, 2009).

No Brasil, Araújo *et al.* (2007) descreveram um caso de vibriose causada pelo *V. vulnificus* no Estado de São Paulo. O paciente era um idoso, com sintomas de gastroenterite, lesões nos membros e em choque séptico. Ele havia ingerido pescados três dias antes da internação. Foi diagnosticado e tratado, porém foi à óbito.

Outro caso, no Brasil, ocorreu no Paraná, um homem de 39 anos, em uso de medicação imunossupressora, admitido no Hospital para transplante hepático. Doze horas após a internação, o paciente evoluiu com febre, mialgias, anúria e placas eritematosas em membros inferiores, com rápido crescimento e evolução proximal. O paciente foi tratado sem melhora e foi à óbito em 30 horas. Na hemocultura, foi identificado *Vibrio vulnificus* (FRANÇA *et al.*, 2013).

Uma revisão de 459 casos nos EUA notificados à Food and Drug Administration entre 1992 e 2007 revelou que 51,6% dos pacientes infectados com *V. vulnificus* morreram (JONES; OLIVER, 2009). Mais recentemente, dados do Cholera and Other Vibrio Information Service (2017), que mantém informações epidemiológicas sobre *Vibrio* nos Estados Unidos, mostram que durante o período de 1988 a 2010 ocorreram 1874 casos de infecções por *V. vulnificus* e quase 600 óbitos foram relatados. Atualmente, cerca de 30% das infecções são fatais (CDC, 2019b).

Alimentos com altos níveis de conservantes para redução da carga microbiana são indesejáveis e a pressão, por parte dos consumidores, se volta para maior produção de alimentos frescos, que possuam conservantes naturais e com maior garantia de segurança (FORSYTHE, 2013). A literatura científica na área da Ciência e Tecnologia de Alimentos tem mostrado, nos últimos anos, enfoque no estudo do potencial antimicrobiano das especiarias, considerando a sua inclusão nos sistemas de bioconservação de alimentos.

2.3 Óleos essenciais como aditivos naturais no controle de bactérias do gênero *Vibrio*

Os óleos essenciais são constituídos por metabólitos secundários de plantas aromáticas, são voláteis e possuem forte odor. São, normalmente, obtidos por meio de vapor ou hidrodestilação (BAKKALI *et al.*, 2008). Por possuírem ação antisséptica (bactericida, fungicida e virucida), as propriedades dos óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas e medicinais têm sido exploradas há muitos anos e, atualmente, o uso destes óleos tem se intensificado com o propósito de serem aplicados na conservação de alimentos, por se tratar de substitutos mais seguros para a sua conservação em relação aos aditivos químicos sintéticos (CHOUHAN; SHARMA; GULERIA, 2017).

Os óleos essenciais são considerados como possuidores de baixo risco de desenvolvimento de resistência microbiana frente a sua ação. Esta característica se deve ao fato deles serem constituídos por misturas de componentes que, aparentemente, apresentam diferentes mecanismos de atividade antimicrobiana e, dessa forma, tornam mais difícil a adaptação dos micro-organismos (DAFERERA *et al.*, 2000).

A composição química dos óleos essenciais é bastante complexa e o teor variável, sendo formados por mais de cem componentes (SANTOS *et al.*, 2020). Esta variação ocorre em decorrência de fatores genéticos e ambientais, como climáticos, ação de predadores, idade da planta (GOBBO NETO; LOPES, 2007).

Considerando o número de diferentes grupos de compostos químicos presentes nos óleos essenciais, é muito provável que a sua atividade antibacteriana não seja atribuível a um mecanismo específico, mas que seja direcionada para vários alvos na célula, provocando alterações da membrana citoplasmática, perturbações sobre a força próton motriz, no fluxo de elétrons, no transporte ativo e na coagulação do conteúdo da célula. Nem todos esses mecanismos atingem alvos separados, podendo alguns ocorrer em consequência de outro mecanismo (MAURIELLO; FERRARI; DONSI, 2020).

A maioria dos óleos essenciais exerce efeito antimicrobiano na estrutura da parede celular bacteriana, desnaturando e coagulando proteínas. Por meio de íons de hidrogênio e potássio, esses alteram a permeabilidade da membrana citoplasmática, causando a interrupção dos processos vitais da célula, como translocação de proteínas, transporte de elétrons,

fosforilação, entre outras reações que dependem de enzimas, resultando na perda do controle quimiosmótico da célula afetada, ocorrendo assim a morte bacteriana (DORMAN; DEANS, 2000).

Silva (2018) avaliou a ação antimicrobiana de diversos óleos essenciais, como cravo-da-Índia (*Eugenia caryophyllus*), hortelã (*Mentha piperita*), limão (*Citrus limonum*), louro (*Laurus nobilis*), manjeriço (*Ocimum basilicum*) e tangerina (*Citrus nobilis*), frente a patógenos comumente isolados de pescado (*Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva, *Salmonella* e *V. parahaemolyticus*). Em relação ao *Vibrio*, apenas o óleo de manjeriço não apresentou ação inibitória, todos os outros apresentaram, o que ressalta a capacidade desses óleos em inibir o crescimento desta bactéria.

Snoussi *et al.* (2008) observaram que o óleo essencial de algumas plantas, especialmente o *Thymus vulgaris* (tomilho) e cravo-da-Índia, podem ser usadas na preparação de pescados para proteger contra a contaminação por *Vibrio* spp., uma vez que o diâmetro das zonas de inibição do crescimento no teste de difusão em disco para espécies de *V. parahaemolyticus* foi bastante alto e as concentrações inibitórias mínimas e bactericida mínima foram baixas, principalmente, quando utilizado o óleo essencial de tomilho. Snoussi *et al.* (2015) também testaram dezesseis cepas de diferentes espécies de *Vibrio* frente ao óleo essencial de hortelã verde (*Mentha spicata*) em ensaios de difusão em disco e microdiluição. Todos os micro-organismos foram fortemente afetados, indicando potencial antimicrobiano do óleo frente ao gênero *Vibrio*.

Manjeriço (*Ocimum basilicum*) tem sido utilizado na medicina por apresentar propriedades benéficas para a saúde, principalmente, no tratamento de infecções no trato respiratório (AL ABBASY *et al.*, 2015). De acordo com Vivian *et al.* (2020), o óleo essencial de manjeriço apresenta ação contra bactérias, como *Yersinia enterocolitica*, *Proteus vulgaris* e *E. coli*. *O. basilicum* é uma erva culinária importante e contém alta proporção de derivados fenólicos, incluindo eugenol e linalol. É amplamente cultivada em função de sua adaptabilidade a uma variedade de condições ambientais distintas. Alves (2010), Pozzo *et al.* (2011) e Al abbasy *et al.* (2015) citam Linalol, 1,8-cineol e eugenol como os constituintes mais abundantes e responsáveis pela atividade antibacteriana desse óleo essencial.

Koga *et al.* (1999) demonstraram a atividade antimicrobiana do óleo essencial de *O. basilicum*, que promoveu inibição total de *V. parahaemolyticus* em concentração e 0,05 %. Além disso, foi observada maior sensibilidade das bactérias aos óleos quando em fase de crescimento exponencial. Hossain *et al.* (2010) também evidenciaram efeito inibidor desse óleo essencial, estudando a ação antimicrobiana contra *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *V. parahaemolyticus*. Já Trajano *et al.* (2009) verificaram que o *O. basilicum* inibiu *E. coli* e *P. aeruginosa*.

Orégano (*Origanum vulgare*) é um tempero utilizado

na culinária para conferir sabor e aroma aos alimentos (KOKKINI; VOKOU, 1989), mas também possui características antioxidantes e antimicrobianas, que aumentam a vida de prateleira (ANSESIO *et al.*, 2015). De acordo com Sivropoulou *et al.* (2008), o óleo essencial de orégano é rico em carvacrol, que possui ação antimicrobiana sobre bactérias patogênicas, como *E. coli*, *P. aeruginosa*, *Salmonella* e *S. aureus*.

Prudent *et al.* (1995) verificaram atividade do óleo essencial de *O. vulgare* contra *Vibrio cholera* na concentração de 0,125 mg/mL. Albado *et al.* (2001) testaram a atividade antibacteriana pelo método de difusão em ágar e obtiveram resultados positivos contra o micro-organismo anteriormente citado. Yano (2006) testou ação do óleo de *O. vulgare* sobre cepas de *V. parahaemolyticus* e verificou efeito deste na concentração de 0,5 %.

São diversos os fatores responsáveis pela eficácia biológica dos óleos essenciais sobre os micro-organismos patogênicos em alimentos, como temperatura, carga microbiana, pH, entre outros (BAJPAI *et al.*, 2012). Portanto, os resultados obtidos em laboratório devem sempre ser testados no alimento (LEMAY *et al.*, 2002), não só no sentido de verificar a atividade antimicrobiana, no ambiente proporcionado pelo alimento, como também para verificar a aceitação sensorial do produto com os óleos essenciais pelos consumidores.

De acordo com Camocardi e Ferreira (2020), óleos essenciais com ação antimicrobiana têm potencial para serem utilizados em alimentos como aditivos naturais, porém seu uso deve ser pautado em níveis tolerados pelos consumidores, sendo necessários estudos sobre a aplicação desses óleos essenciais como condimentos em alimentos e a sua aceitação deve ser testada. Goulas e Kontominas (2007) verificaram que a adição de óleo essencial de orégano na concentração 0,8% atrasou a deterioração de filés salgados de *Sparus aurata* e, através da análise sensorial, confirmaram que o óleo conferiu sabor agradável ao produto.

4 Conclusão

Ainda são escassos os conhecimentos sobre os efeitos dos diferentes tipos de óleos essenciais já estudados sobre as espécies de *Vibrio*, sendo necessários mais estudos para o melhor entendimento dos efeitos de cada tipo de óleo para cada espécie de bactéria do gênero *Vibrio*. Além disso, a aplicabilidade dos óleos essenciais, como agentes antimicrobianos, em alimentos à base de peixes deve ser testada, uma vez que foi possível verificar uma potencial ação antimicrobiana dos óleos frente ao patógeno em questão. Também observar a aceitação do consumidor de alimentos com os óleos.

Referências

ALABBASY, D.W. *et al.* Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum*). *Asian Pacific J. Trop. Dis.*, v.5, n.8, p.645-649, 2015.

doi: 10.1016/S2222-1808(15)60905-7

ALBADO, P.E.; SAEZ, F.G.; GABRIEL, A.S. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial del *Origanum vulgare* (orégano). *Rev. Méd.*, v.12, n.1, p.16-19, 2001.

ALVES, R. Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais obtidos de folhas de manjeriço, pimenta de macaco e tomilho sobre patógenos em alimentos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2010.

ANSESIO, C.M.; GROSSO, N.R.; JULIANI, H. R. Quality characters, chemical composition and biological activities of oregano (*Origanum* spp.) Essential oils from Central and Southern Argentina. *Ind. Crops Products*, v.63, p.203-213, 2015. doi:10.1016/j.indcrop.2014.09.056

ARAÚJO, M.R.E. *et al.* *Vibrio vulnificus* infection in São Paulo, Brazil: case report and literature review. *Braz. J. Infectious Dis.*, v.11, n.2, p.302-305, 2007. doi:10.1590/s1413-86702007000200029

AYALA-ZAVALA, J.F.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; DEL-TORO-SÁNCHEZ, L. Enhancing safety and aroma appealing of fresh-cut fruits and vegetables using the antimicrobial and aromatic power of essential oils. *J. Food Sci.*, v.74, n.7, p.84-91, 2009. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01294.x

BAFFONE, W. *et al.* Occurrence and expression of virulence-related properties of *Vibrio* species isolated from widely consumed seafood products. *Int. J. Food Microbiol.*, v.54, p.9-18, 2000. doi: 10.1016/s0168-1605(99)00189-0

BAJPAI, V.K.; BAEK, K.H.; KANG, S.C. Control of *Salmonella* in foods by using essential oils: A review. *Food Res. Int.*, v.45, p.722-734, 2012. doi:10.1016/j.foodres.2011.04.052

BAKER-AUSTIN, C. *et al.* Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nat. Climate Change J.*, v.3, p.73-77, 2012. doi:10.1038/nclimate1628

BAKKALI, F. *et al.* Biological effects of essential oil: a review. *Food Chem. Toxicol.*, v.46, n.2, p.446-475, 2008. doi: 10.1016/j.fct.2007.09.106

BRASIL, Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. Brasília: MS, 2019.

CAMOCARDI, A.F.; FERREIRA, E.B. Perfil metodológico de experimentos sensoriais de alimentos de 2014 a 2019. *Cad. Ciênc. Agrárias*, v.12, p.1-16, 2020. doi: 10.35699/2447-6218.2020.15962

CARMO, G.M.I. Epidemiologia dos surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. Instituto de Saúde coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2012.

CATTELAN, M.G. Atividade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias em alimentos. São Paulo: Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", 2012.

CDC. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Vibrio Species Causing Vibriosis*, 2019a. Disponível em: <https://www.cdc.gov/vibrio/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention. *Vibrio vulnificus & Wounds*. 2019b. Disponível em <https://www.cdc.gov/disasters/vibriovulnificus.html>. Acesso em: 4 jan. 2021.

CHOUHAN, S.; SHARMA, K.; GULERIA, S. Antimicrobial activity of some essential oils—present status and future perspectives. *Medicines*, v.4, n.3, p.58, 2017. doi: 10.3390/medicines4030058

COLAKOGLU, F.A.; SARMAŞIK, A.; KOŞEOĞLU, B.

- Occurrence of *vibrio* spp. and *aeromonas* spp. in shellfish harvested off Dardanelles coast of Turkey. *Food Control*, v.17, n.8, p.648-652, 2006. doi:10.1016/j.foodcont.2005.04.014
- DAFERERA, D.J.; ZIOGAS, B.N.; POLISSIOU, M.G. GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. *J. Agric. Food Chem.*, v.48, n.6, p.2576-81, 2000. doi: 10.1021/jf990835x
- DORMAN, H.; DEANS, S. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J. Appl. Microbiol.*, v.88, n.2, p.308-316, 2000. doi: 10.1046/j.1365-2672.2000.00969.
- FORSYTHE, S. J. *Microbiologia da segurança alimentar*. Porto Alegre: Artmed; 2013.
- FRANÇA, J.C.B. *et al.* *Vibrio vulnificus* infection in Southern Brazil: case report. *Anais Bras. Dermatol.*, v.88, n.3, p.424-426, 2013. doi: 10.1590/abd1806-4841.20131780
- GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: Fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. *Quim. Nova*, v.30, n.2, p.374-81, 2007. doi:10.1590/s0100-40422007000200026
- GOULAS, A.E.; KONTOMINAS, M.G. Combined effect of light salting, modified atmosphere packaging and oregano essential oil on the shelf-life of sea bream (*Sparus aurata*): Biochemical and sensory attributes. *Food Chem.*, v.100, p.287-296, 2007. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.09.045
- HOFER, E. Primeiro isolamento e identificação de *Vibrio parahaemolyticus* no Brasil de infecção gastrointestinal humana. *Rev. Microbiol.*, v.14, p.174-75, 1983.
- HOSSAIN, M. A. *et al.* Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh. *Pharm. Biol.*, v.48, n.5, p.504-511, 2010. doi: 10.3109/13880200903190977
- HUSS, H.H. Control of indigenous pathogenic bacteria in seafood. *Food Control*, v.8, p.91-98, 1997. doi:10.1016/s0956-7135(96)00079-5
- JONES, M.K.; OLIVER, J.D. *Vibrio vulnificus*: disease and pathogenesis. *Infection Immunity*, v.77, n.5, p.1723-1733, 2009. doi:10.1128/iai.01046-08
- KABORÉ, S. *et al.* Occurrence of *Vibrio cholerae* in water reservoirs of Burkina Faso. *Res. Microbiol.*, v.169, n.1, p.1-10, 2018. doi:10.1016/j.resmic.2017.08.004
- KOGA, T.; HIROTA N.; TAKUMI, K. Bactericidal activities of essential oils of basil and sage against a range of bacteria and the effect of these essential oils on *Vibrio parahaemolyticus*. *Microbiol. Res.*, v.154, p.267-273, 1999. doi:10.1016/s0944-5013(99)80024-x
- KOKKINI, S.; VOKOU, D. Carvacrol-rich plants in Greece. *Flavour Fragrance J.*, v.4, n.1, p.1-7, 1989. doi:10.1002/ffj.2730040102
- LEMAY, W. J. *et al.* Antimicrobial effect of natural preservatives in a cooled and acidified chicken meat model. *Int. J. Food Microbiol.*, v.78, n.3, p. 217-226, 2002. doi: 10.1016/S0168-1605(02)00014-4
- LEVY, S. Warming trend: how climate shapes *Vibrio* ecology. *Environmental Health Perspective*, v. 123, p. 82-89, 2015. doi:10.1289/ehp.123-a82
- LIMA, F. C. Vibrios marinhos II. Vibrios não coléricos. *Rev. Hig. Aliment.*, v.11, n.49, p.8-13, 1997.
- LHAFI, S.K.; KU'HNE, M. Occurrence of *Vibrio* spp. in blue mussels (*Mytilus edulis*) from the German Wadden Sea. *Int. J. Food Microbiol.*, v.116, p.297-300, 2007. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.007
- MARTINEZ-URTAZA, J. *et al.* Characterization of pathogenic *Vibrio parahaemolyticus* isolates from clinical sources in Spain and comparison with Asian and North American pandemic isolates. *J. Clin. Microbiol.*, v.42, p.4672-4678, 2004. doi:10.1128/jcm.42.10.4672-4678.2004
- MAURIELLO, E.; FERRARI, G.; DONSI, F. Effect of formulation on properties, stability, carvacrol release and antimicrobial activity of carvacrol emulsions. *Colloids Surfaces B: Biointerfaces*, v.197, p.111424, 2020. doi:10.1016/j.colsurfb.2020.111424
- MURATORI, M.C.S. *et al.* Qualidade sanitária de pescado "in natura". *Revista Higiene Alimentar*, v. 18, n. 116-117, p. 50-54, 2004.
- NEWTON, A. *et al.* Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996–2010: review of surveillance data from 2 systems. *Clin. Infect. Dis.*, v.54, p.391395, 2012. doi: 10.1093/cid/cis243
- NOVOTNY, L. *et al.* Fish: a potencial source of bacterial pathogens for human beings. *Vet. Med.*, v.49, n.9, p.343-358, 2004.
- OGAWA, M.; MAIA, E.L. *Manual de pesca: ciência e tecnologia do pescado*. São Paulo: Varela, 1999.
- POZZO, D.M. *et al.* Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos frente a *Staphylococcus* spp. isolados de mastite caprina. *Ciênc. Rural*, v.23, p.1-6, 2011. doi: 10.1590/s0103-84782011005000029
- PRUDENT, D. *et al.* Analysis of the Essential Oil of Wild Oregano from Martinique (*Coleus aromaticus*Benth.) - Evaluation of Its Bacteriostatic and Fungistatic Properties. *J. Essential Oil Res.*, v.7, n.2, p.165-173, 1995. doi:10.1080/10412905.1995.9698492
- SANTOS, C.A.L.; VIEIRA, R.H.S.F. Bacteriological hazards and risks associated with seafood consumption in Brazil. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, v.55, p.1-10, 2013.
- SANTOS, J.R.N. *et al.* Avaliação da atividade bactericida e antioxidante do óleo essencial e do extrato hidroalcoólico de orégano (*Origanum vulgare*). *Res., Soc. Develop.*, v.9, n.10, e7829108410-e7829108410, 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8410
- SILVA, A.I.M.D. Filmes e revestimentos comestíveis de quitosana e óleos essenciais na qualidade de camarão *Litopenaeus vannamei* congelado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018.
- SILVA JUNIOR, A.C.S. *et al.* Ocorrência de *Staphylococcus* coagulase positiva e coliformes termotolerantes em Jaraqui, *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850) comercializado na Feira do Pescado, Macapá-AP. *Biota Amazônia*, v.5, n.1, p.32-36, 2015.
- SILVA, E.; SILVA, E.E.V.; PAIVA, Y.F. Sweet potato flour as substitute for wheat flour and sugar in cookies production. *Int. J. Develop. Res.*, v.7, n.11, p.17031-17036, 2017.
- SILVEIRA, D.R. *Vibrio vulnificus* isolados de pescados do estuário da Lagoa dos Patos: capacidade de formar biofilmes após estresses subletais e resistência frente a antibióticos e sanitizantes. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2018.
- SILVEIRA, S. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais de óleos essenciais e aplicação do óleo essencial de Louro (*L. nobilis*) como agente conservador natural em embutido cárneo frescal. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- SIVROPOULOU, A. *et al.* Chemical composition and

- antibacterial activity of essential oils of ten aromatic plants against human pathogenic bacteria. *Food*, v.1, n.2, p.220-226, 2008. doi: 10.1016/j.jbiotec.2012.07.072
- SNOUSSI, M. *et al.* Quantitative study, identification and antibiotics sensitivity of some Vibrionaceae associated to a marine fish hatchery. *Ann. Microbiol.*, v.56, n.4, p.289-293, 2006. doi: 10.1007/BF03175020
- SNOUSSI, M. *et al.* In-vitro-Vibrio spp. activity and Chemical composition of some Tunisian aromatic plants. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, v.24, n.12, p.3071-3076, 2008. doi: 10.1007/s11274-008-9811-6
- SNOUSSI, M. *et al.* *Mentha spicata* essential oil: chemical composition, antioxidant and antibacterial activities against planktonic and biofilm cultures of *vibrio* spp. strains. *Molecules*, v.20, p.14402-14424, 2015. doi: 10.3390/molecules200814402
- TRAJANO, V.N. *et al.* Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.29 n.3, p.542-545, 2009. doi:10.1590/s0101-20612009000300014
- VIUDA-MARTOS, M. *et al.* Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *Int. J. Food Sci. Technol.*, v.43, n.3, p.526-531, 2008. doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01489.x
- VIVIAN, P.G. *et al.* Atividade antibacteriana de óleos essenciais de *Origanum vulgare* (orégano) e *Ocimum basilicum* (manjeriço) e sua aplicação em massa para embutido cárneo. *Braz. J. Develop.*, v.6, n.8, p.62143-62156, 2020.
- XIE, Z.Y. *et al.* Investigation of seven *Vibrio* virulence genes among *Vibrio alginolyticus* and *Vibrio parahaemolyticus* strains from the coastal mariculture systems in Guangdong, China. *Letters Appl. Microbiol.*, v.41, p.202-207, 2005. doi: 10.1111/j.1472-765x.2005.01688.x
- YANO, Y; SATOMI, M.; OIKAWA, H. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*. *Int. J. Food Microbiol.*, v.111, p.6-11, 2006. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2006.04.031