

O óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) e peptídeo sintetizado pelo *Lactococcus lactis* como agentes antimicrobianos contra *Salmonella Enteritidis* E *Listeria monocytogenes*

The essential oil of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) and peptide synthesized by *Lactococcus lactis* as antimicrobial agents against *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes*

DOI:10.34119/bjhrv3n3-112

Recebimento dos originais: 25/04/2019

Aceitação para publicação: 29/05/2020

Micheli Mayara Trentin

Nutricionista, Especialista em Nutrição aplicada ao Treinamento Esportivo
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela
UDESC

Instituição: Universidade do Estado Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Rua Maravilha, 340-D, Bairro Efapi, Chapecó-SC, Brasil
E-mail: mixeli@unochapeco.edu.br

Luciano Heusser Malfatti

Professor Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Canoinhas
Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade do Estado de Santa
Catarina (UDESC)

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Av. dos Expedicionários, 2150, Campo da Água Verde, Canoinhas – SC, Brasil
E-mail: luciano.heusser@ifsc.edu.br

Alexandra Fabíola Becker

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela
UDESC

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Rua Uruguai, 1167 D - Jardim Italia, Chapeco– SC, Brasil
E-mail: alexandraf.becker@gmail.com

Larissa Karla Monteiro

Tecnóloga em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Sul, Campus Sertão-RS

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela
UDESC

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Avenida São Paulo, 1600, Pioneiro, Pinhalzinho - SC, Brasil
E-mail: larissakmontiero@hotmail.com

Liana Renata Canonica

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela
UDESC

Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Rua Fernando de Noronha, km 573 - Margens da BR 282 Pinhalzinho-SC, Brasil
E-mail: lianarenata@gmail.com

Ivan De Marco

Doutorando em Ciência dos Alimentos - PPGCAL/UFSC
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina
Endereço: Rod. Admar Gonzaga, 1346 - Itacorubi, Florianópolis - SC, Brasil
E-mail: ivandemarco22@gmail.com

Liziane Schittler

Doutora em Ciência e Tecnologia Agroindustrial pela Universidade Federal de Pelotas
Instituição: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Endereço: Rua Fernando de Noronha, km 573 - Margens da BR 282 Pinhalzinho-SC, Brasil
E-mail: liziane.schittler@udesc.br

RESUMO

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) são responsáveis por enfermidades e morte em todo o mundo. Dentre os principais micro-organismos patogênicos envolvidos, destaca-se a *Salmonella Enteritidis* e *Listeria monocytogenes*. Os compostos naturais como óleo, extratos de plantas e peptídeos de origem microbiana podem apresentar atividade antimicrobiana contra bactérias, fungos e vírus. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana bem como a concentração inibitória mínima (CIM) do óleo essencial de gengibre (OG) e do peptídeo produzido pelo *Lactococcus lactis* (PP) contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*. Para isto, utilizou-se o método de difusão em disco para avaliar a atividade antimicrobiana bem como a concentração inibitória mínima (CIM) do OG e PP contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*. Os tamanhos dos halos de inibição (mm) foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, com nível de 95% de confiabilidade. O OG apresentou atividade antimicrobiana contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*, produzindo halos de inibição de 8,75 e 18,62 mm, respectivamente. O PP apresentou atividade antimicrobiana somente para *L. monocytogenes*, produziu halo de inibição de 21,5 mm. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tamanhos de halos produzidos pela atividade antimicrobiana do OG e do PP contra *L. monocytogenes*. A CIM do OG foi de 250 e 0,48 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*, respectivamente. Já a CIM do PP foi de 0,48 $\mu\text{L.mL}^{-1}$ contra *L. monocytogenes*. O OG e o PP apresentaram ação antimicrobiana contra *micro-organismos* patogênicos e podem ser uma alternativa interessante na conservação de alimentos.

Palavras-chave: Compostos naturais. Inibição. *Micro-organismos* patogênicos.

ABSTRACT

Foodborne diseases (FBD) are responsible for illness and death worldwide. Among the main pathogenic microorganisms involved, *Salmonella Enteritidis* and *Listeria monocytogenes* stand out. Natural compounds such as oil, plant extracts and peptides of microbial origin can have antimicrobial activity against bacteria, fungi and viruses. In this sense, the objective of this study was to evaluate the antimicrobial activity as well as the minimum inhibitory concentration (MIC) of the essential oil of ginger (OG) and the peptide produced by *Lactococcus lactis* (PP) against *S. Enteritidis* and *L. monocytogenes*. For this, the disk diffusion method was used to

evaluate the antimicrobial activity as well as the minimum inhibitory concentration (MIC) of OG and PP against *S. Enteritidis* and *L. monocytogenes*. The sizes of the inhibition halos (mm) were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test, with a 95% level of reliability. The OG showed antimicrobial activity against *S. Enteritidis* and *L. monocytogenes*, producing inhibition halos of 8.75 and 18.62 mm, respectively. The PP showed antimicrobial activity only for *L. monocytogenes*, produced an inhibition halo of 21.5 mm. There was no significant difference ($p < 0.05$) between the sizes of halos produced by the antimicrobial activity of OG and PP against *L. monocytogenes*. The MIC of OG was 250 and $0.48 \mu\text{L.mL}^{-1}$ against *S. Enteritidis* and *L. monocytogenes*, respectively. The MIC of PP was $0.48 \mu\text{L.mL}^{-1}$ against *L. monocytogenes*. OG and PP showed antimicrobial action against pathogenic *microorganisms* and can be an interesting alternative in food preservation.

Keywords: Natural compounds. Inhibition. Pathogenic *microorganisms*.

1 INTRODUÇÃO

Doenças transmitidas por alimentos (DTA) são aquelas causadas pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados. *Salmonella* spp. e *Listeria monocytogenes* são os principais micro-organismos patogênicos envolvidos em casos de doenças de DTA em todo o mundo (BUNDIDAMORN *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2013). Segundo Centers for Disease Control and Prevention (CDC), nos Estados Unidos em 2019, foram registrados 8.556 casos de infecções alimentares por *Salmonella* spp. com 46 óbitos, sendo a maioria causado pelo sorotipo Enteritidis. Já a *L. monocytogenes* foi responsável por 134 casos e 21 mortes (TACK *et al.*, 2020). No Brasil são notificados em média, por ano, 700 surtos de DTA, com envolvimento de 13 mil doentes e 10 óbitos (MS, 2018).

Considerando que, cada vez mais, os consumidores optam por alimentos naturais e seguros. Estudos tem se ampliado em busca de compostos naturais com propriedades antimicrobianas. Dentre os compostos com potencial, destaca-se os óleos essenciais de plantas e peptídeos bacterianos.

Os óleos essenciais caracterizam sua atividade antimicrobiana por apresentar misturas complexas de compostos orgânicos como os flavonóides (KAVOOSI e ROWSHAN, 2013). Estes compostos são resultantes do metabolismo secundário da planta e a atividade antimicrobiana está diretamente relacionada a concentração dos mesmos (ANDRADE *et al.*, 2012).

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é uma planta herbácea da família das *Zingiberaceae*, originária da ilha de Java, da Índia e da China, de onde se difundiu pelas regiões tropicais do mundo. Conhecido pelo odor e sabor picante, amplamente utilizado na culinária

(YADAV *et al.*, 2012; LORENZI; MATOS, 2008) bem como no tratamento de inflamações, doenças reumáticas e desconfortos gastrointestinais em humanos (PFEIFFER *et al.*, 2006).

As bactérias ácido lácticas (BAL) são micro-organismos Gram-positivos capazes de produzir várias substâncias antimicrobianas, dentre elas as bacteriocinas (MAGRO *et al.*, 2000).

As bacteriocinas são peptídeos sintetizados nos ribossomos das células que exercem efeito antimicrobiano contra outras bactérias. Os peptídeos constituem um mecanismo de defesa das bactérias produtoras, pois são capazes de inibir ou eliminar bactérias que competem pelo mesmo nicho ecológico ou pela mesma fonte de nutrientes (YANG *et al.*, 2014).

As bacteriocinas são consideradas seguras, haja vista que são geralmente inativadas por enzimas proteolíticas gastrointestinais, uma vez que, não promove alterações na microbiota do sistema digestivo e, por isso, não apresenta os mesmos riscos relacionados ao uso de outros antibiomas (GÁLVEZ *et al.*, 2007).

A nisina é a única bacteriocina licenciada e amplamente utilizada nas indústrias de alimentos, composta por 34 aminoácidos e sintetizada por alguns isolados de *L. lactis* subespécie *lactis*. Contudo, outros peptídeos, com amplo espectro antimicrobiano, podem ser sintetizados por isolados de *L. lactis* (BIZANI *et al.*, 2005) e utilizado na biopreservação de alimentos.

Considerando, que os alimentos são transmissores de doenças e que compostos naturais podem ser uma alternativa viável e promissora na substituição de aditivos antimicrobianos sintéticos para garantir a segurança. Este estudo teve como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana e a concentração inibitória mínima do óleo essencial de gengibre e do peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O óleo essencial de gengibre (OG) foi adquirido da Empresa Ferquima Indústria e Comércio LTDA, São Paulo, Brasil. A nisina (Nisaplin® – Du Pont Danisco) foi utilizada como controle positivo para atividade antimicrobiana (CP).

O *L. lactis* produtor de peptídeo (PP) foi isolado de alface no Laboratório de Microbiologia de Alimentos – Microbial / UDESC e identificado pelo sequenciamento parcial do gene 16S do rRNA conforme descrito por Kullen *et al.* (2000).

Para obter o peptídeo, o isolado de *L. lactis* foi cultivado em caldo Man Rogosa e Sharpe (MRS, Oxoid) por 24 h a 36 ± 1 °C. Centrifugou-se o cultivo ($13.000 \times g$) a 4 °C por 15 min,

neutralizou-se o sobrenadante com NaOH 1 N (Neon) até pH 7,0. Esterilizou-se em membrana de 0,22 μm (Millipore), e foi aquecido a 85 °C por 10 minutos.

As cepas patogênicas de *Salmonella* Enteritidis (ATCC13076) e *Listeria monocytogenes* Scott A foram recuperadas em caldo Brain Heart Infusion (BHI, Oxoid) a 36 °C \pm 1 °C por 24 h. As concentrações das culturas foram ajustadas utilizando a escala 0,5 McFarland (correspondente a 3×10^8 UFC.mL⁻¹) e diluída até $\cong 10^5$ UFC mL⁻¹ em água peptonada (Oxoid).

Para avaliar a atividade antimicrobiana do OG e do PP produzido pelo *L. lactis* utilizou-se o método de difusão em disco, descrito por Ostrosky et al. (2008). Inoculou-se as culturas patogênicas na concentração de 10^5 UFC.mL⁻¹ através do auxílio de *swab* em ágar Muller-Hinton (MH, Merck). Em seguida, adicionou-se em cada placa, três discos de papel filtro estéril com 6 mm de diâmetro e adicionou-se 15 μL da substância a ser testada (OG e PP). Incubou-se a 36 \pm 1 °C por 24 horas. Os halos formados foram medidos através de paquímetro Digimess® e o valor expresso em milímetros (mm). O experimento foi realizado em triplicata.

Determinou-se a Concentração de inibição mínima (CIM) do OG e do PP contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes* em microplacas de 96 poços conforme método descrito por Ostrosky et al. (2008). No primeiro poço adicionou-se 200 μL da substância a ser testada e nos demais poços 100 μL de caldo BHI. Após, retirou-se 100 μL do primeiro poço e transferiu-se para o segundo poço, e assim sucessivamente até o penúltimo poço, perfazendo 10 diluições, obtendo-se as concentrações de 100%; 50%; 25%; 12,5%; 6,25%; 3,12%; 1,56%; 0,78%; 0,39%; 0,19%; 0,09%; 0,05% e 0,00% das substâncias testadas, respectivamente.

Adicionou-se 100 μL da cultura microbiana na concentração de 10^5 UFC. mL⁻¹ nos poços, exceto no primeiro. Com isto, o primeiro e o último poço foram utilizados como controles negativo e positivo, respectivamente. Incubou-se a microplaca por 18 horas a 37 \pm 1 °C, e adicionou-se 10 μL de resazurina (3%) em todos os poços. Incubou-se por mais 2 horas a 37 °C e realizou-se a leitura. Poços com coloração azul: sem desenvolvimento microbiano; coloração rosa: houve desenvolvimento microbiano. O experimento foi realizado em triplicata. As medidas dos tamanhos dos halos de inibição produzidos pela ação dos antimicrobianos testados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), seguido de teste de Tukey com nível de confiança de 95%, usando o software Statistica® 13.3.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode-se observar na tabela 1, os tamanhos dos halos (mm) de inibição produzidos pelo óleo essencial de gengibre (OG), e do peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* (PP) contra os microorganismos patogênicos *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*.

Tabela 1 – Tamanho dos halos de inibição (mm) produzidos pelo óleo essencial de gengibre (OG) e peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* (PP) contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes*.

Substância	Tamanho do halo de inibição (mm)	
	<i>S. Enteritidis</i>	<i>L. monocytogenes</i>
Óleo essencial de gengibre (OG)	8,75±1,51 ^a	18,62±0,94 ^a
Peptídeo sintetizado pelo <i>L. lactis</i> (PP)	0,00±0,00 ^{b*}	21,50±1,91 ^a
Controle positivo (nisina)	10,00±0,70 ^a	18,75±0,64 ^a

*Não apresentou halo de inibição.

Média ± desvio padrão; Letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente entre si (p<0,05).

Os compostos naturais testados (OG e PP) demonstraram atividade antimicrobiana contra *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes* (tabela1).

Resultados diferentes foram relatados por Trajano *et al.* (2009), onde avaliaram o óleo essencial de gengibre, e este, não apresentou atividade antimicrobiana contra *L. monocytogenes*. Esta divergência de resultados entre nosso estudo e Trajano *et al.* (2009), pode ser explicado pela variação na composição química dos óleos essenciais e das cepas testadas. De acordo com Sarto e Zanusso Junior (2014) a atividade biológica dos óleos essenciais dependente da composição e concentração de seus constituintes químicos como por exemplo, a presença citral, pineno, cineol, cariofileno, elemeno, furanodieno, imoneno, eugenol, eucaliptol, carvacrol entre outros. O autor destaca que a atividade biológica do óleo está diretamente relacionada com a estação de colheita, genótipo, clima, fontes geográficas da planta bem como o método de extração (OUSSALAH *et al.*, 2007). O autor Probst (2012) verificou possíveis diferenças no perfil de sensibilidade de óleos essenciais sobre linhagens de *Salmonella* spp. (*S. Enteritidis* e *S. typhimurium*).

Observa-se na Tabela 1, que o peptídeo (PP) produziu maiores halos de inibição contra *L. monocytogenes* comparando com o óleo essencial de gengibre (OG). No entanto, não houve diferença significativa (p <0,05) entre os tamanhos dos halos de inibição produzidos entre o PP e OG bem como com a nisina (controle positivo). Neste estudo não tivemos o objetivo de identificar o peptídeo, no entanto devido a semelhança na atividade antilisterial com o controle, indica-se que o peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* pode ser nisina. Porém, para confirmar a identidade do peptídeo bem como a eficiência como conservante em alimentos são necessários mais estudos.

Os compostos avaliados OG e o PP apresentam menor atividade antimicrobiana contra *S. Enteritidis* do que *L. monocytogenes* (Tabela 1). De acordo Dagdelen *et al.*, (2014) e Govaris *et al.*, (2011) os óleos essenciais e as bacteriocinas apresentam maiores atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas do que bactérias Gram-negativas, o que se observou em nosso estudo.

Outros autores Majolo *et al.*, (2014); Sa-Nguenpuag, (2011); Ahmed, (2012); Shanoon, (2012) relatam a ação antimicrobiana maior dos óleos essenciais de gengibre e de açafrão contra bactérias Gram-positivas do que Gram-negativas.

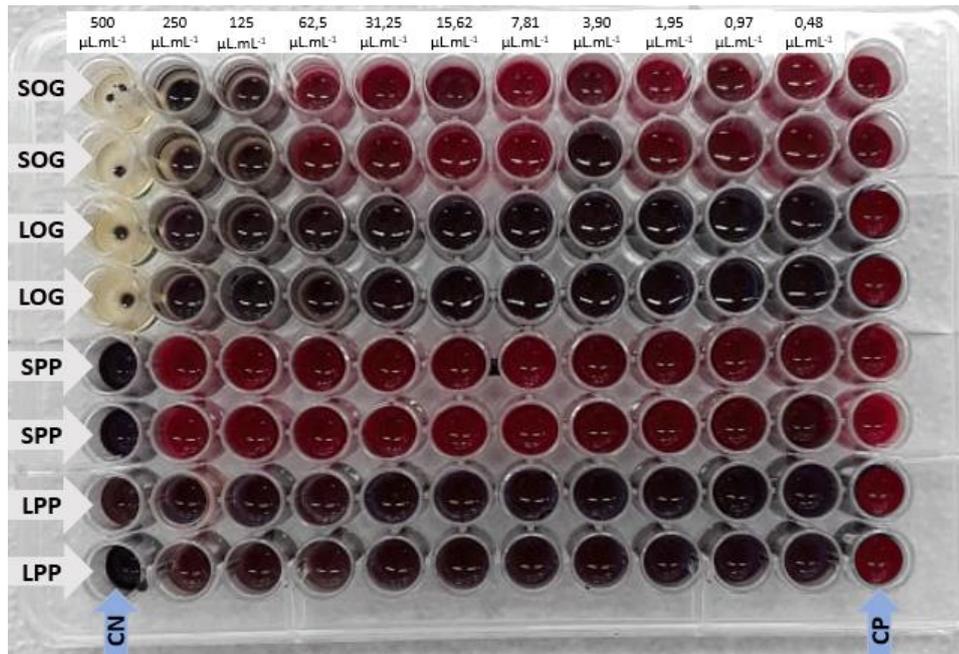
Como não há padrão estabelecido pela ANVISA e Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), quanto ao tamanho de halo de inibição, consequentemente, classificação da atividade antimicrobiana contra *L. monocytogenes*, utilizou-se a classificação descrita por Mosbah *et al.* (2018), o qual estabelece, zona de inibição com tamanho entre 1 e 6, 7 e 10, 11 e 15, 12 e 20 mm como: baixa, moderada, alta e excelente atividade antimicrobiana, respectivamente. O OG e o PP apresentaram excelente atividade antimicrobiana contra *L. monocytogenes*. Já, o OG apresentou moderada atividade antimicrobiana contra *S. Enteritidis*.

A concentração mínima identificada do OG inibir a *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes* foi de 250 e 0,48 $\mu\text{L. mL}^{-1}$, respectivamente. Podemos perceber que a concentração necessária de OG é muito maior para inibir *S. Enteritidis* do que *L. monocytogenes* (Figura 1). Estes resultados corroboram com os obtidos pelo método de difusão em disco, onde a atividade antimicrobiana do OG foi considerada moderada para *S. Enteritidis* e excelente para *L. monocytogenes*.

Resultado diferentes foram relatados por Dall Agnol *et al.* (2018), onde a concentração mínima do óleo essencial de alecrim para inibir *S. Enteritidis* e *L. monocytogenes* foi de 12,5 e 1,56 $\mu\text{L.mL}^{-1}$, respectivamente. Esta divergência de resultado entre nosso estudo e Dall Agnol *et al.* (2018), pode ser explicada pela diferença na composição dos óleos essenciais testados bem como as cepas indicadoras utilizadas nos ensaios.

A resistência a atividade antimicrobiana da *S. Enteritidis* frente aos compostos naturais testados pode ser explicada, devido os organismos Gram-negativos possuem membrana externa envolvendo a parede celular, o qual restringe a difusão de compostos através de sua cobertura lipopolissacarídica (SANTOS, PICCOLI & TEBALDI, 2017; VAARA, 1992, OUSSALAH, 2007).

Figura 1 – Determinação da Concentração Mínima Inibitória (CIM) das substâncias testadas contra *L. monocytogenes* e *S. Enteritidis*.



CN: Controle negativo – substância testada; SOG: *S. Enteritidis* com óleo essencial de gengibre; LOG: *L. monocytogenes* com óleo essencial de gengibre; SPP: *S. Enteritidis* com peptídeo de *L. lactis*; LPP: *L. monocytogenes* com peptídeo de *L. lactis*; CP: Controle positivo – micro-organismo patogênico.

Fonte: Autores, 2020.

4 CONCLUSÃO

Os compostos naturais, óleo essencial de gengibre e o peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* apresentam atividade antimicrobiana contra micro-organismos patogênicos importantes no desenvolvimento de surtos de DTA. O óleo essencial de gengibre apresenta atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-negativas e Gram-negativas. Já o peptídeo sintetizado pelo *L. lactis* apresenta atividade antimicrobiana somente contra *L. monocytogenes*.

O óleo essencial de gengibre e o peptídeo produzido *L. lactis* podem ser alternativas interessantes para a substituição de aditivos químicos sintéticos no controle da multiplicação microbiana em alimentos. Porém, estudos devem ser realizados para verificar as possíveis mudanças nas propriedades nutricionais, sensoriais bem como garantir a segurança destes antes de incorporar nos alimentos.

REFERÊNCIAS

AHMED, S.A. *et al.* Study the antibacterial activity of *Zingiber officinale* roots against some of pathogenic bacteria. Al-Mustansiriya Journal Science, v.23, n.3, 2012, p.63-70.

ANDRADE, M.A. *et al.* Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e antibacteriana. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 2, p. 399-408, 2012.

BUNDIDAMORN, D.; SUPAWASIT, W.; TREVANICH, S. A new single-tube platform of melting temperature curve analysis based on multiplex real-time PCR using EvaGreen for simultaneous screening detection of Shiga toxin-producing *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* in food. Food Control, v. 94, n. July, p. 195–204, 2018.

BIZANI, D. *et al.* Antibacterial activity of cerein 8A, a bacteriocin-like peptide produced by *Bacillus cereus*. INT. MICROBIOL., v. 8, n. 2, 2005, p. 125-131.

DAGDELEN, S. *et al.* Volatile Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Herbal Plants Used in the Manufacture of Van Herby (OTLU) Cheese. Journal Food Processing and Preservation, v.38, n.4, 2014, p.1716-1725.

DALL AGNOL, V. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) contra *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes* e *Escherichia coli*. Anais. IV Congresso Internacional de Gestão, Tecnologia e Inovação URI (CONIGTI). Erechim, Rio Grande do Sul, v. 4, 2018, p. 1157 – 1161.

GÁLVEZ, A. *et al.* Bacteriocin-based strategies for food biopreservation. International Journal of Food Microbiology, v. 120, n. 1–2, p. 51–70, 2007.

GOVARIS, A. *et al.* Antibacterial activity of oregano and thyme essential oils against *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7 in feta cheese package under modified atmosphere. Food Science and Technology - LWT, v. 44, n.4, 2011, p. 1240-1244.

KAVOOSI, G.; ROWSHAN, V. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from *Ferula assa-foetida* oleo-gum-resin: effect of collection time. Food chemistry, v. 138, n. 4, p. 2180-2187, 2013

KULLEN, M. J. *et al.* Use of the DNA sequence of variable regions of the 16S rRNA gene for rapid and accurate identification of bacteria in the *Lactobacillus acidophilus* complex. Journal of Applied Microbiology, v. 89, n. 3, p. 511-516, 2000.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas. 2.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, p. 544.

MAGRO, M. L. M. *et al.* Las bacteriocinas de las bacterias lácticas 1: Definición, clasificación, caracterización y métodos de detección. *Alimentaria, Madri*, v. 37, n. 314, 2000, p. 59-66.

MAJOLO, C. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial de rizomas de açafrão (*Curcuma longa* L.) e gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) frente a salmonelas entéricas isoladas de frango resfriado. *Rev. Bras. Pl. Med., Campinas*, v.16, n.3, p.505-512, 2014.

MINISTERIO DA SAÚDE. Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. 2018. Disponível em: <http://portal.arquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro-/15/Apresenta--o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>

MOSBAH, H. *et al.* Phytochemical characterization, antioxidant, antimicrobial and pharmacological activities of *Feijoa sellowiana* leaves growing in Tunisia. *Industrial Crops and Products*, v.112, 2018, p. 521-531.

OSTROSKY, E.A. *et al.* Métodos para a avaliação da atividade antimicrobiana e determinação da concentração mínima inibitória (CIM) de plantas medicinais. *Revista Brasileira de Farmacognosia, São Paulo*, v.18, n.2, 2008.

OUSSALAH, M. *et al.* Inhibitory effects of selected plant essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157. **Food Control**, v. 18, n. 5, 2007, p.414-420.

PFEIFFER, E. *et al.* Microsomal Hydroxylation and Glucuronidation of [6]-Gingerol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.54, p.8769-8774, 2006.

PROBST, I.S. Atividade antibacteriana de óleos essenciais e avaliação de potencial sinérgico. 2012. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, Botucatu, 2012.

SA-NGUANPUAG, K. *et al.* Ginger (*Zingiber officinale*) oil as an antimicrobial agent for minimally processed produce: a case study in shredded green papaya. *International Journal of Agriculture e Biology*, v.13, n. 6, p.895-901, 2011.

SANTOS, C. H. S; PICCOLI, R. H.; TEBALDI, V. M. R. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais e compostos incluídos frente aos agentes patogênicos de origem clínica e alimentar. *Rev Inst. Adolfo Lutz*, v. 76, p. e1719, 2017.

SARTO, M.P.M.; ZANUSSO JUNIOR, G. Atividade antimicrobiana de óleos essenciais. Revista UNINGÁ Review. v.20,n.1, p.98-102, 2014.

SHANOON, A.K. *et al.* Effects of Ginger (*Zingiber officinale*) Oil on Growth Performance and Microbial Population of Broiler Ross 308. International Journal of Poultry Science, v.11, n.9, p.589-593, 2012.

SILVA, A. J. H. DA *et al.* *Salmonella* Spp. Um Agente Patogênico Veiculado em Alimentos. Climate Change 2013 - The Physical Science Basis, v. 53, n. 9, p. 1–30, 2013.

TACK, D. M. *et al.* Preliminary Incidence and Trends of Infections with Pathogens Transmitted Commonly Through Food — Foodborne Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2016–2019. MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report, v. 69, n. 17, p. 509–514, 1 maio 2020.

TRAJANO, V. N. *et al.* Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 29, 2009, p.542-545.

Vaara M. Agents that increase the permeability of the outer membrane. Microbiol Rev., v. 56, n.3, 1992, p. 395–411.

YADAV, S. *et al.* *Zingiber officinale* Roscoe: A Monographic Review Research & Reviews: Journal of Botany, v.1, n.1, 2012, p.45-50.

YANG, S. C. *et al.* Antibacterial activities of bacteriocins: Application in foods and pharmaceuticals. Frontiers in Microbiology, v. 5, n. 241, p. 1–10, 2014.