

Bactérias ácido lácticas e perfil antimicrobiano frente a microrganismos patogênicos gram-positivos

Lactic acid bacteria and antimicrobial profile against gram-positive pathogenic microorganisms

DOI:10.34117/bjdv8n12-111

Recebimento dos originais: 04/11/2022

Aceitação para publicação: 12/12/2022

Daniel Saraiva Lopes

Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal Fluminense (IFF)

Instituição: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)

Endereço: Av. Brasil, 2880, Jardim Chapadão, Campinas - SP, CEP: 13070-178

E-mail: danielsaraiva15.ds@gmail.com

Layne Gaspayme da Silva

Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal Fluminense (IFF)

Instituição: Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia de Alimentos - SP

Endereço: R. Monteiro Lobato, 80, Cidade Universitária, Campinas - SP, CEP: 13083-862

E-mail: layne.gaspayme67@gmail.com

Paula Aparecida Martins Borges Bastos

Doutora em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Fluminense (UFF)

Instituição: Instituto Federal Fluminense - Campus Bom Jesus do Itabapoana, RJ

Endereço: Avenida Dario Vieira Borges, 235, Parque do Trevo, Bom Jesus do Itabapoana - RJ, CEP: 28360-000

E-mail: pabastos@iff.edu.br

RESUMO

As bactérias ácido lácticas (BAL) são microrganismos muito utilizados na produção de fermentados lácteos. As BAL podem caracterizar sensorialmente um produto e, além disso, atuar como conservantes, competindo com microrganismos patogênicos. Frente a isso, o objetivo deste artigo consiste em realizar uma revisão sobre BAL e sua potencial ação antimicrobiana contra microrganismos Gram positivos que causam doenças veiculadas por alimentos. Uma busca bibliográfica de trabalhos publicados no período de 11 anos (2010-2021), utilizando as principais bases de dados foi realizada. Com este trabalho evidenciamos que BAL atuam como produtoras de barreiras frente ao desenvolvimento de patógenos gram positivos em alimentos, sendo demonstrado que há vários mecanismos de ação envolvendo a atividade antimicrobiana das BAL e que esse é um campo aberto a novas pesquisas que possibilitem entender de forma mais clara e aprofundada o real efeito de cada um deles, ou suas diversas formas de interação.

Palavras-chave: antagonismo bacteriano, bacteriocina, inibição.

ABSTRACT

Lactic acid bacteria (LAB) are microorganisms widely used in the production of fermented dairy products. LAB can sensorially characterize a product and, in addition, act as preservatives, competing with pathogenic microorganisms. In view of this, the objective of this article is to review LAB and its potential antimicrobial action against Gram positive microorganisms that cause foodborne diseases. A bibliographic search of works published in the period of 11 years (2010-2021), using the main databases was carried out. With this work, we show that LAB act as barrier producers against the development of gram-positive pathogens in foods, demonstrating that there are several mechanisms of action involving the antimicrobial activity of LAB and that this is an open field for new research that makes it possible to understand in a clearer and deeper the real effect of each one of them, or their different forms of interaction.

Keywords: bacterial antagonism, bacteriocin, inhibition.

1 INTRODUÇÃO

As bactérias ácido lácticas (BAL) são microrganismos (MOs) gram-positivos, catalase negativa, não formadores de esporos, que apresentam morfologia do tipo cocos ou bastonetes e que possuem como característica principal a produção de ácido láctico a partir da fermentação dos carboidratos, em especial, à lactose (DORES; FERREIRA, 2012).

São amplamente distribuídas na natureza, podendo ser encontradas no solo, no trato gastrointestinal de animais e em alimentos. Quando encontrados em matrizes alimentares, elas contribuem para as características organolépticas, para a segurança dos alimentos e consequente aumento de vida útil, em virtude da ação antagônica (SILVA *et al.*, 2020; SILVA 2016; MAKOEANA, 2017).

Atualmente algumas cepas de BAL são consideradas como GRAS (*Generally Recognized as Safe*), o que tem permitido estudos sobre sua utilização como aditivo alimentar, não apenas por melhorar as características sensoriais, mas também por sua promoção da conservação do produto, atuando contra MOs gram-positivos, leveduras e algumas espécies de microrganismos gram-negativos de forma a inibir o seu desenvolvimento (CLEVELAND *et al.*, 2001; DHEWA, 2012).

Em geral, as BAL utilizam os carboidratos presentes no meio a qual estão inseridas para a síntese de energia. Como subproduto dessa degradação, elas podem gerar enzimas e substâncias que apresentam ação antimicrobiana (GUO *et al.*, 2017; MARTÍN *et al.*, 2015; BINTSIS, 2018).

O efeito antimicrobiano pode ser exercido sobre microrganismos patogênicos e não patogênicos. Essa ação pode acontecer de diversas maneiras, seja pela ação direta, a partir do consumo do substrato disponível e consequente competição por nutrientes, ou através do mecanismo indireto, como a produção de metabólitos secundários (diacetil, bacteriocinas, ácidos orgânicos e ácido láctico) (PEREIRA *et al.*, 2020; CASTILHO; CUNHA; ARAÚJO, 2013).

Dentre os 13 gêneros de MOs que incluem o grupo das BAL, apenas cinco apresentam espécies que possuem alguns mecanismos de inibição, sendo eles: *Lactococcus* sp; *Lactobacillus* sp, *Enterococcus* sp, *Pediococcus* spp e *Streptococcus* sp (SILVA, 2016; WANG *et al.*, 2016).

As principais gastroenterites em humanos estão relacionadas ao consumo de alimentos contaminados por patógenos. Nesse sentido, buscando elaborar medidas que visem eliminar a veiculação dessas doenças, pesquisas apontam o efeito antimicrobiano de BAL e o seu potencial emprego na fabricação dos alimentos, seja pelo contato direto a partir da diminuição/competição por nutrientes e indireto, empregando metabólitos secundários (ác. láctico, diacetil e outros compostos). (FERNANDES *et al.*, 2014; SOUZA MOTTA, 2015; MELO *et al.*, 2018).

Doenças veiculadas por alimentos em humanos estão diretamente relacionadas ao consumo de alimentos contaminados por patógenos gram-positivos e negativos, os quais possuem a capacidade de produzir substâncias que podem causar danos ao hospedeiro. Dentre os MOs gram positivos, os principais patógenos são: *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Clostridium perfringens* e *C. botulinum* e *Bacillus cereus* (VITERBO *et al.*, 2020).

1.1 STAPHYLOCOCCUS AUREUS

É uma bactéria não móvel, tipo cocos, coagulase positiva e produtora de enterotoxina, formadas durante o armazenamento inadequado dos alimentos e tolerante a concentrações salinas de 2,5% (SOUZA *et al.*, 2015; ALMEIDA *et al.*, 2016)

1.2 LISTERIA MONOCYTOGENES

Apresenta o formato tipo bacilo, anaeróbia facultativa e resistente a faixa de pH de 5,6 a 9,6. A infecção por este MO está diretamente ligada ao consumo de alimentos *in natura* (HO *et al.*, 2018).

1.3 CLOSTRIDIUM PERFRINGENS

É uma bactéria anaeróbia, no formato de bastonete, esporogênica, amplamente encontrada em vários ambientes, produtora de toxinas de efeito citotóxico. Possui alta capacidade de multiplicação nas temperaturas entre 40 a 45°C e com faixa de esporulação 35 a 40°C. Está diretamente relacionada a alimentos em más condições de armazenamento e temperaturas impróprias de conservação (POTY *et al.*, 2018; UZAL, *et al.*, 2010).

1.4 CLOSTRIDIUM BOTULINUM

É uma bactéria mesofílica, apresenta o formato tipo bacilo, esporogênica, anaeróbia, produtora de gás, de toxinas que pode atuar no sistema neurológico. A contaminação por esse MO está diretamente relacionada à ingestão de alimentos contendo a toxina (BEZERRA *et al.*, 2016; DALLASTRA *et al.*, 2016).

1.5 BACILLUS CEREUS

É uma bactéria que apresenta o formato tipo bacilos, aeróbia facultativa, móvel e esporogênica. Possui um ótimo crescimento na faixa de 28 a 35°C, resistente ao pH de 4,9 a 9,3 e a concentração salina de até 7,5%. A contaminação por esse MO está diretamente relacionada à ingestão de alimentos contendo a toxina (SILVA *et al.*, 2018; MARTINOVIĆ *et al.*, 2016).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 1/3 da população mundial, anualmente, é acometida por alguma doença veiculada por alimento (DVA), sendo que uma pequena parte desse montante é subnotificada. Durante o período de 2000 a 2017,

há uma média de 686 pessoas por ano, totalizando 240 mil doentes durante esse período, dos quais 26,9% dos agentes etiológicos responsáveis por esses surtos se referem a MOs gram positivos: *S. aureus*, *B. cereus*, *C. perfringens* (BRASIL, 2014; GOULD *et al.*, 2013; BRASIL, 2018).

Diante dessas informações, o objetivo deste artigo consiste em realizar uma revisão sobre BAL e sua potencial ação antimicrobiana contra microrganismos Gram positivos que causam doenças veiculadas por alimentos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Foi realizada uma busca bibliográfica de trabalhos publicados no período de 11 anos (2010-2021), utilizando as seguintes bases de dados: SciELO, Science Direct, Periódicos CAPES, PubMed, empregando como descritores de buscas: lactic acid bacteria, activity antimicrobial, Foodborne diseases; outbreaks, *Listeria monocytogenes*, gram-positive, e Pathogen, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *C. botulinum*, *Bacillus cereus*.

2.1 ATIVIDADE ANTAGONISTA

Vários estudos têm relatado a ação antimicrobiana de BAL frente a patógenos gram-positivos. Esses estudos verificaram a ação direta e indireta exercida por elas. A seguir são apresentados alguns dos principais resultados de pesquisas envolvendo BAL e sua ação antagonista:

1. Cepas BAL do gênero *Lactobacillus sp*; *Lactococcus spp* e *Pediococcus sp* oriundas de queijos frescal e curado produziram bacteriocinas ou substâncias semelhantes à bacteriocina contra *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* (MARGALHO *et al.*, 2020);
2. Cepas do gênero *Lactobacillus spp* oriundas de grão de *Kefir*, produziram substâncias não identificadas no sobrenadante obtido, as quais apresentaram inibição contra *S. aureus*, *L. monocytogenes* (DIAS *et al.*, 2018);
3. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus sp*, oriundas de queijo frescal artesanal e leite cru a partir do declínio do pH, sendo considerada a alta produção de ácidos láctico o fator de inibição contra *L. monocytogenes* (CAMPAGNOLLO *et al.*, 2018)
4. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus sp* e *Lactococcus spp* oriundas de queijo frescal artesanal apresentaram uma alta produção de ácido láctico, promovendo a inibição de *S. aureus*, *L. monocytogenes* e *Lactobacillus fermentum* (COSTA *et al.* 2013);
5. Cepas de BAL não identificadas oriundas de leites fermentados apresentaram inibição contra as próprias BAL analisadas e ao patógeno (*Lactobacillus sp*, *S. aureus*), não sendo esclarecida a substância com fator de inibição (CASTILHO *et al.* 2012);
6. Cepas de BAL do gênero *Enterococcus sp* e *Lactobacillus sp*, oriundas de leite cru e queijo frescal artesanal apresentaram a capacidade de diminuição do pH do meio, fator que inibiu o crescimento de *L. monocytogenes* (GONZALES-BARRON *et al.* 2020);
7. Cepas de BAL do gênero *Enterococcus sp* oriundas de abelhas (*Apis mellifera*), apresentaram a capacidade de produção de bacteriocinas, as quais inibiram o crescimento de *L. monocytogenes* (GUITIÁN *et al.*, 2019);

8. Cepas de BAL do gênero *Enterococcus* sp, oriundas de leite cru de jumenta, contra *L. Inocua* e *E. faecium*, *B. cereus*, apresentaram a capacidade de produção de bacteriocinas contra *L. monocytogenes* e *S. aureus* (ASPRI *et al.*, 2017);
9. Cepas de BAL do gênero *Lactococcus* spp e *Lactobacillus* sp, oriundas de ervas, frutas e vegetais, apresentaram a produção de ácido láctico e de uma substância não identificada no sobrenadante obtidos, as quais inibiram o crescimento de *L. monocytogenes* (HO *et al.*, 2018);
10. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp e *Streptococcus* spp oriundas de iogurte de leite de cabra apresentaram uma alta produção de ácido láctico, fator que inibiu o crescimento de *S. aureus* (MENEZES *et al.*, 2020);
11. Cepas de BAL não identificadas oriundas de leite cru apresentaram ação contra *L. monocytogenes*, porém não foi identificado a substância promotora (TAMANINI *et al.*, 2012);
12. Cepas de BAL não identificadas oriundas de leite cru e queijo frescal artesanal, produziam uma substância proteica, (suposta bacteriocina) com poder de inibição contra *L. monocytogenes*, *S. aureus* e *S. typhimurium* (HERMANNNS *et al.*, 2013);
13. Cepas de BAL dos gêneros *Lactococcus* sp, *Leuconostoc* sp, *Enterococcus* sp, *Streptococcus* sp e *Lactobacillus* spp oriundas de queijo coalho artesanal apresentaram inibição contra *S. aureus*, porém o fator promotor não foi identificado (CABRAL *et al.*, 2016);
14. Foi verificada a ação antagonista de cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de queijo frescal artesanal apresentaram inibição contra *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *L. plantarum* e *L. rhamnosus*, porém o fator promotor não foi identificado (ANDRADE *et al.*, 2014);
15. Cepas de BAL do gênero *E. faecium*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. mesenteroides* e *S. thermophilus* oriundos de cerveja de sorgo, apresentaram produção de bacteriocinas no sobrenadante, o qual foi responsável pela inibição de *S. aureus*, *Micrococcus luteus*, *E. faecalis* e *L. monocytogenes* (N'TCHA *et al.*, 2016);
16. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de leite cru e queijo frescal de ovelha, apresentaram inibição contra *L. monocytogenes*, *E. faecalis*, *S. aureus*, porém o fator promotor da ação não foi identificado (PISANO *et al.*, 2014);
17. Cepas de BAL não identificadas, oriundas de queijos meia cura, apresentaram ação contra *L. monocytogenes*, porém o fator promotor não foi identificado (RAIMUNDO *et al.*, 2013);
18. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de Queijo frescal Siahmazgi apresentaram inibição contra *L. monocytogenes*, porém o fator promotor não foi identificado (PARTOVI *et al.*, 2019);
19. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de Queijo korycinski e oscypek (leite de ovelha), apresentaram ação contra *L. monocytogenes* e *L. plantarum*, porém o fator promotor não foi identificado (OLDAK *et al.* (2017);
20. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de Queijo Coalho artesanal, apresentaram ação contra *L. monocytogenes*, porém o fator promotor não foi identificado (SANTOS *et al.* (2014);
21. Cepas de BAL do gênero *Lactobacillus* sp oriundas de bebida tradicional chhang indiana, apresentaram ação contra *S. aureus*, *E. faecalis*, *L. monocytogens*

Clostridium perfringens, *Leuconostoc mesenteroids* e *Bacillus cereus*, porém o fator promotor não foi identificado (HANDA *et al.*, 2016);

22. Cepas de BAL não identificadas oriundas de leite cru e queijo frescal artesanal, apresentaram ação contra *S. aureus*, porém o fator promotor não foi identificado (SILVEIRA *et al.*, 2019);

23. Cepas de BAL não identificadas oriundas de leite cru e queijo frescal artesanal, apresentaram ação contra *L. monocytogenes*, porém o fator promotor não foi identificado (SILVA *et al.* (2021).

No total, a pesquisa encontrou 23 trabalhos envolvendo os temas de busca, dos quais 78% destes utilizaram BAL oriundas de matrizes lácteas, e 22% de origem não láctea (bebida fermentada; cerveja; ervas frutas e vegetais; abelhas e grãos de *kefir*). Aqui, 9% dos trabalhos detectaram a capacidade das cepas de BAL em produzir ácido lático e bacteriocinas; cerca de 35% observaram que a BAL foi capaz de produzir bacteriocinas ou substância proteica com ação inibitória; cerca de 17% constataram que a BAL analisada foi capaz de produzir apenas ácido lático; cerca de 39% observaram que a BAL analisada inibiu o crescimento do patógeno, não sendo verificado o tipo de substância.

2.2 AÇÃO ANTIMICROBIANA: ASPECTOS GERAIS

As BAL podem impossibilitar o crescimento de MOs de várias formas e mecanismos, seja a partir da ação direta (competição por nutrientes), ou por meio da capacidade de produção de metabólitos secundários (ácidos lático e acético, diacetil, bacteriocinas e outros), que possuem efeito inibitório de ação indireta, segundo estudos de ações de inibição os quais são mencionados em diversos estudos (DE SOUZA MOTTA, 2015; LARANJA, 2016; DORES; FERREIRA, 2012; PEYER *et al.* 2016).

Além disso, há outros fatores que podem influenciar na inibição empregadas pela BAL, desde concentração do patógeno, resistência ao ácido lático, estágio de contaminação, produção de peptídeos antimicrobianos e características intrínsecas e extrínsecas do alimento. Diante de várias condições de atuação e interações, pesquisas apontam que ainda há muitas informações a serem descobertas, como: novas bacteriocinas consideradas seguras e sua especificidade a patógenos e sua possível atuação em associação a outros tipos de barreiras (DUARTE *et al.*, 2016).

2.3 PRODUÇÃO DE COMPOSTOS ANTAGÔNICOS: BACTERIOCINAS

As bacteriocinas são peptídeos antimicrobianos que não apresentam interação com alimento, possuindo função bactericida e bacteriostática sobre alguns microrganismos que não a bactéria produtora, imune à sua ação. O mecanismo de ação bactericida dessa substância se dá por meio de sítio de ligação a receptores presentes na membrana da célula alvo, desencadeando a permeabilização da membrana plasmática e a formação de canais iônicos, que provocam o extravasamento do material intracelular para o meio extracelular, conduzindo à morte celular. Já o efeito bacteriostático atua de forma a produzir condições que limitem a proliferação do microrganismo (DABA; ELKHATEEB, 2020; GUILHELMELLI *et al.*, 2013; ZACHAROF; LOVITT, 2012; COTTER *et al.*, 2013; SCHULZ *et al.*, 2003).

De forma a ampliar/ reforçar a ação inibitória, algumas bacteriocinas têm apresentado bom resultados quando utilizadas em conjunto a conservantes químicos, como compostos fenólicos. Além disso, podem ser utilizadas juntamente com tratamentos físicos (OGAKI *et al.*, 2015).

2.3.1 Classificação das bacteriocinas

Em virtude de suas especificidades bioquímicas, as bacteriocinas foram classificadas por Klaenhammer (1993) em quatro grupos.

Posteriormente, diversas novas classificações foram propostas para o grupo das bacteriocinas, sendo atualmente a sugestão de duas classes, proposta por Cotter *et al.* (2013), a mais aceita. Segundo esses pesquisadores essa nova classificação pode ser descrita de forma resumida como: bacteriocinas produzidas por bactérias ácido lácticas passaram a ser classificadas da seguinte forma:

- Classe I: peptídeos que apresentam grande modificações pós-tradução e,
- Classe II: peptídeos que não apresentam modificações (ou que sofreram pequenas ou medianas modificações pós tradução, como pontes dissulfeto, circularização ou adição de N-formilmetionina em sua conformação s (OGAKI *et al.*, 2015; YANG *et al.*, 2014).

2.4 UTILIZAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS EXÓGENAS DE BAL NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Diante das características intrínsecas da BAL, o emprego desses MOs na produção de alimentos vai além de sua caracterização sensorial. A partir da fermentação dos carboidratos presentes na matriz alimentar, esses microrganismos produzem composto com ação antimicrobiana, os quais podem atuar de forma direta ou indireta no crescimento e desenvolvimento de patógenos (DJADOUNI, KIHAL, 2012).

Bacteriocinas viabilizam sua aplicação direta nos alimentos em detrimento a sua não interação com a matriz alimentar, garantia de efeito inibitório e não emprego de BAL, fato que poderia inviabilizar sua ação em virtude ao tipo de processamento (MORAES, 2015).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, mediante esta revisão bibliográfica, dentre os resultados obtidos, pode-se observar que BAL oriundas das diversas matrizes alimentares são capazes de produzir ác. láctico, bacteriocinas, ou outra substância proteica com ação inibitória (principalmente a patógenos gram positivos em alimentos), além de suas contribuições sensoriais. Os estudos apontam que há vários mecanismos de ação envolvendo a atividade antimicrobiana das BAL, e que mais pesquisas são necessárias para se compreender de forma mais aprofundada o real efeito de cada um deles, ou suas diversas formas de interação.

REFERÊNCIAS

ALLERBERGER, F.; WAGNER, M. Listeriosis: a resurgent foodborne infection. **Clinical Microbiology And Infection**, v. 16, n. 1, p. 16-23, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.03109.x>.

BARRETTO, T. L. **Perfil epidemiológico dos surtos de toxinfecções alimentares no município de Limeira, SP**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP; Piracicaba, 2007. Disponível em: 10.11606/D.11.2007.tde-23112007-100057

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento das Doenças Transmissíveis. Vigilância Epidemiológica das Doenças Transmitidas por Alimentos - VE - DTA Brasília: MS; 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf

BRASIL. Ministério da Saúde. (2018). Surtos de doenças transmitidas por alimentos no Brasil. Disponível em: <https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/julho/02/Apresentacao-Surtos-DTA-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 03/05/2021.

BEZERRA, M.P.F. *et al.* Uma Reflexão Sobre o Botulismo Alimentar (*Clostridium botulinum*). **Revista Desafios**, n. 03 v. 02, 2016. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/download/2038/9275/>

BINTSIS, T. Lactic Acid Bacteria: Their Applications in Foods. *Journal of Bacteriology and Mycology*, 5(2):1065, 2018. Disponível em: 10.15406 / jbmoo.2018.06.00182

BROCK, T.D. *et al.*, MICROBIOLOGIA DE BROCK. 14ª Ed. Artmed, 2016.

BURALL, L. S. *et al.* *Listeria monocytogenes* Mutants with Altered Growth Phenotypes at Refrigeration Temperature and High Salt Concentrations. **Journal ASE.org**, v.78, n.4, p. 1265-1272. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/aem.06576-11>

CASTILHO, N. P. A. de. *et al.* Qualidade de leites fermentados brasileiros e atividade antagonista in vitro de suas bactérias ácido láticas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [In.], v. 31, n. 2, p. 207-214, 20 dez. 2013. Universidade Federal do Paraná. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v31i2.34843>

CLEVELAND, J. *et al.* Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. **International Journal of Food Microbiology**, Oxford, v. 71, n. 1, p. 1-20, 2001. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00560-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00560-8)

COTTER, P.D. *et al.* Bacteriocins - a viable alternative to antibiotics? **Nature Reviews Microbiology** 11, 95. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro2937>

CUNHA NETO, A. *et al.* *Staphylococcus* enterotoxigênicos em alimentos *in natura* e processados no estado de Pernambuco, Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** [online]. 2002,

vol.22, n.3, pp.263-271. ISSN 1678-457X. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300012>.

DABA, G. M.; ELKHATEEB, W. A. Bacteriocins of lactic acid bacteria as biotechnological tools in food and pharmaceuticals: Current applications and future prospects. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 28, set. 2020. Disponível em: DOI: 10.1016/j.bcab.2020.101750. Acesso em: 03 mai. 2021.

DALLASTRA, E.D.G. *et al.* Botulismo, um problema de saúde pública. **Revista Desafios**, v. 05 n. 03, 2018. Disponível em:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ens-19268>

DE SOUZA MOTTA, A.; GOMES, M. S. M. Propriedades tecnológicas e funcionais de bactérias lácticas: a importância destes micro-organismos para alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 3, p. 172-184, 2015. Disponível em:
<https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i3.403>

DORES, M.T; FERREIRA, C.L.L.F. Queijo minas artesanal, tradição centenária: ameaças e desafios. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.2, n.2., p.26-34, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.21206/rbas.v2i2.163>

DUARTE, M.C.K.H. *et al.* Ação antagonista de *Lactobacillus acidophilus* frente a estirpes patogênicas inoculadas em leite fermentado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.3, n.1, p.1-10. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18067/jbfs.v3i1.79>

DJADOUNI, F., KIHAL, M. Antimicrobial activity of lactic acid bacteria and the spectrum of their biopeptides against spoiling germs in foods. **Brazilian Archives of Biology and Technology** 55, 435-444. 2012. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/S1516-89132012000300015>

DHEWA, T. Screening, production purification and potential use of bacteriocins from lactic acid bacteria of meat and dairy food origin. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NUTRITION AND FOOD SCIENCES, 2012, Singapore. **Proceedings...** Singapore: IACSIT Press, 2012. v. 39, p. 35-41. Disponível em:
<http://www.ipcbee.com/vol39/007-ICNFS2012-N015.pdf>

FERNANDES, R. P. P. *et al.* Stability of lamb loin stored under 145 refrigeration and packed in different modified atmosphere packaging systems. **Meat Science**, v. 96, p. 554–561, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.08.005>

FILHO, E.S.A. *et al.* Botulismo em alimentos: um problema de saúde pública. **Revista Higiene Alimentar**, vol. 20 n° 140, São Paulo, 2006. Disponível em:
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ens-19268>

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos**. 2.ed. Porto Alegre. 2013.

FRANCO, B.D.G.M; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu; Rio de Janeiro, 2005.

FRANCO, B. D. G de M.; LANDGRAF, M. Micro-organismos patogênicos de importância em alimentos. In: **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2008. cap.4, p. 48-60.

GARNEAU, S. *et al.* Two-peptide bacteriocins produced by lactic acid bacteria. **Biochimie**, Paris, v. 84, n. 5, p. 577-592, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s0300-9084\(02\)01414-1](https://doi.org/10.1016/s0300-9084(02)01414-1). Acesso em: 20 Jul. 2021.

HENG, N. C. K.; TAGG, J. R. What's in a name? Class distinction for bacteriocins. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 4, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nrmicro1273-c1>. Acesso em: 30 Jul. 2021.

GUILHELMELLI, F. *et al.* Antibiotic development challenges: the various mechanisms of action of antimicrobial peptides and of bacterial resistance. **Frontiers in Microbiology** 4, 353. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00353>. Acesso em: 30 Jul. 2021.

GOULD, L.H. *et al* Surveillance for foodborne disease outbreaks - United States, 1998-2008. **MMWR Surveill Summ** 2013; 62(2):1-34. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23804024/>. Acesso em: 30 Jul. 2021.

GUO, H. *et al.* Characterization of Antibiotic Resistance Genes from *Lactobacillus* Isolated from Traditional Dairy Products. **Journal of Food Science**, 82(3):724-730, 2017. Disponível em: 10.1111 / 1750-3841.13645. Acesso em: 30 Jul. 2021.

HOLZAPFEL, H. W. *et al.* (2001) Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food in nutrition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 73, 365S-373S. 2001. Disponível em: [c/10.1093/ajcn/73.2.365s](https://doi.org/10.1093/ajcn/73.2.365s). Acesso em: 30 Jul. 2021.

HUGAS, M. *et al.* Enhancement of sakacin K activity against *Listeria monocytogenes* in fermented sausages with pepper or manganese as ingredients. **Food Microbiology**, London, v. 19, n. 5, p. 519-528, 2002. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1006/fmic.2002.0497>. Acesso em: 30 Jul. 2021.

HO, V. T. T. *et al.* Characterisation of *Lactococcus lactis* isolates from herbs, fruits and vegetables for use as biopreservatives against *Listeria monocytogenes* in cheese. **Food Control**, v. 85, p. 472-483, 2018. Disponível em: https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:705538/UQ705538_OA.pdf. Acesso em: 01 Ago. 2021.

JUNQUEIRA, V.C.A. *et al.* Ocorrência de esporos de *Clostridium perfringens* em amostras de águas brutas e tratadas, na cidade de Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Higiene Alimentar**, vol. 20 n° 144, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://silo.tips/download/ocorrencia-de-esporos-de-clostridium-perfringens-em-amostras-de-aguas-brutas-e-t>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

KARIMI, R. *et al.* Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review. **Dairy Science and Technology**, v.91, n.3, p.283-308, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s13594-011-0005-x>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

SCHULZ, D. *et al.* Bacteriocinas: Mecanismo de ação e uso na conservação de alimentos. **Alimentos e Nutrição**. Araraquara, v. 14, n.2, p.229-235, 2003. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewfile/864/743>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

KAWAI, Y. *et al.* Structural and functional differences in two cyclic bacteriocins with the same sequences produced by lactobacilli. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 70, n. 5, p. 2906-2911, 2004. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1128%2FAEM.70.5.2906-2911.2004>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

KLAENHAMMER, T. R. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. **FEMS Microbiology Reviews**, Oxford, v. 12, n. 1-3, p. 39-85, 1993. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6976.1993.tb00012.x>. PMID:8398217. Acesso em: 01 Ago. 2021.

LAI, A. C. *et al.* Functional characterization of domains found within a lytic enzyme produced by *Streptococcus equi* subsp. *Zooepidemicus*. **FEMS Microbiology Letters**, Amsterdam, v. 215, n. 1, p. 133-138, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.15746968.2002.tb11382.x>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

UZAL, F. A. *et al.* Toxinas de *Clostridium Perfringens* envolvidas em doenças veterinárias de mamíferos. **The open toxinology journal**, 2, 24-42. 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3917546/>. Acesso em: 01 Ago. 2021.

LARANJA, D. C. **Atividade antimicrobiana da nisina em presunto cozido sobre *Listeria monocytogenes* e bactérias ácido lácticas**. 2016. Dissertação de Mestrado - Programa de pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre - RS, 2016. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172699/001060145.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTÍN, M. J. *et al.* Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, 27:15-25, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2014.09.010>

MARTINOVIĆ, T. *et al.* Foodborne pathogens and their toxins. **Journal of Proteomics**, v. 147, p. 226-235, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.04.029>

MELO, E. S. DE *et al.* Doenças transmitidas por alimentos e principais agentes bacterianos envolvidos em surtos no Brasil. **Pubvet**, v. 12, n. 10, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v12n10a191.1-9>

MOKOENA, M. P. Lactic Acid Bacteria and Their Bacteriocins: Classification, Biosynthesis and Applications against Uropathogens: A Mini-Review. **Molecules**, v. 22, n. 8, 26 jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules22081255>

MORENO, I.; KUAYE, A. Y. Bacteriocinas em alimentos: uma revisão Bacteriocins in food: a review Resumo. **Braz. J. Food Technol**, n. 11, p. 120-127, 2008. Disponível em:

<http://www.unirio.br/ib/dmp/nutricao-integral/arquivos/fontes-de-consulta-complementar/NASCIMENTO%20et%20al.-%202008%20-%20Bacteriocinas%20em%20alimentos%20-%20uma%20revisao.pdf>

MOTTA, A. S.; GOMES, M. S. Mesquita. Propriedades tecnológicas e funcionais de bactérias lácticas: a importância destes micro-organismos para alimentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, n. 3, p. 172-184, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v70i3.403>

NES, I. F.; DIEP, D. B.; HOLO, H. Bacteriocin diversity in *Streptococcus* and *Enterococcus*. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 189, n. 4, p. 1189-1198, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1128/JB.01254-06>. PMID:17098898.

OGAKI, M.B. *et al.* General aspects of bacteriocins. **Brazilian Journal of Food Technology** 18, 267-276. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.2215>

PAIVA, E. P. *et al.* *Bacillus cereus* e suas toxinas em alimentos. **Higiene Alimentar**, v. 23, n. 170/171, p. 87-92, 2009. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-14536>

PEREIRA, M. T. *et al.* Importância das Bactérias Ácido Lácticas e não Starter (NSLAB) na Tecnologia de Produção dos Derivados Lácteos. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e Da Saúde**, 24(4). 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1415-6938.2020v24n4p348-352>

PEYER, L. C. *et al.* Inibição de *Fusarium culmorum* por ácidos carboxílicos liberados de bactérias lácticas em um substrato de malte de cevada. **Controle de Alimentos**, 69, 227 - 236. 2016. Disponível em: [10.1016 / j.foodcont.2016.05.01](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.05.01)

POPPI, L. B. *et al.* Nota prévia: Avaliação do efeito antagônico de espécies de *Lactobacillus* sobre *Listeria monocytogenes* in vitro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 11, n.2, p.113-119, 2008. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2013/CA_02098.pdf

POTY, I. *et al.* Pesquisa de *Clostridium perfringens* em carnes bovinas embaladas a vácuo comercializadas no Distrito Federal e entorno. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**. 39. 69. 2018. Disponível em: [10.5433/1679-0367.2018v39n1p69](https://doi.org/10.5433/1679-0367.2018v39n1p69).

REIS, J.A. *et al.* Lactic Acid Bacteria Antimicrobial Compounds: Characteristics and Applications. **Food Engineering Reviews**. 2012. Disponível em: [10.1007/s12393-012-9051-2](https://doi.org/10.1007/s12393-012-9051-2).

RESENDE, M.S. *et al.* Queijo de minas artesanal da Serra da Canastra: influência da altitude das queijarias nas populações de bactérias ácido-lácticas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1567-1573, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000600039>

ROSSI, M. L. *et al.* Brotes de infección por *Listeria monocytogenes*: Una revisión de las vías que llevan a su aparición. **Rev Chil Infect**, v. 25, n.5, p. 328-335. 2008. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-495862>

SCHNEIDER, K. **Aplicação de bactérias lácticas com ação antimicrobiana em queijo minas frescal**. 2016. Dissertação de Mestrado– Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Ciência e Biotecnologia, Universidade do Oeste de Santa Catarina, Campus Videira – UNOESC, 2016. Disponível em: https://www.unoesc.edu.br/images/uploads/mestrado/Aplica%C3%A7%C3%A3o_de_Bact%C3%A9rias_L%C3%A1cticas_com_A%C3%A7%C3%A3o_Antimicrobiana_em_Queijo_Minis_Frescal_Ketlin_Schneider.pdf

SILVA, C. C. **Avaliação da sobrevivência *in vitro* de *Lactococcus lactis* QMF 11 em presença de sais biliares como critério de atividade probiótica**. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/19098/6/TCCG%20-%20Farm%20-%20Cynthia%20Costa%20Silva%20-%202020.pdf>

SILVA, J. G. **Identificação Molecular de Bactérias Ácido Lácticas e Propriedades Probióticas *In Vitro* de *Lactobacillus Spp.* Isolados de Queijo Minas Artesanal de Araxá, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. 2016. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SMOC-A77FYH/1/disserta_o_final_jos_givanildo.pdf

SILVA, J. F. M. *et al.* Contaminação por *Bacillus cereus* e os riscos de intoxicação alimentar. Desafios - **Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, 5(2), 30-40. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2018vol5n2p30>.

TORTORA, G.J. *et al.* **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2012. 934p.

VITERBO, L. M. F. *et al.* Desenvolvimento de um instrumento quantitativo para inspeção sanitária em serviços de alimentação e nutrição, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232020253.16372018>

VIEGAS, R. P. *et al.* Qualidade de leites fermentados funcionais elaborados a partir de bactérias ácido-lácticas isoladas de queijo de coalho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.2, p.460-467, 2010. Disponível em: 10.1590/S0102-09352010000200028

YANG, S.-C. *et al.* Antibacterial activities of bacteriocins: application in foods and pharmaceuticals. **Frontiers in Microbiology**. 5, 241. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00241>

WANG, M. *et al.* Lactic acid bacteria as mucosal delivery vehicles: a realistic therapeutic option. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n. 13, p. 5691-5701, 2016. 5691-5701,e m: <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7557-x>

WELKER, C. A.D. *et al.* Análise microbiológica dos alimentos envolvidos sem surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul,

Brasil. **Rev. Bras. de Biociências.** 2010;8:44-8. Disponível em:
<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1322/911>

ZACHAROF, M.P., LOVITT, R.W. Bacteriocins produced by lactic acid bacteria a review article. **APCBEE Procedia** 2, 50-56. 2012. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.06.010>