



BIOFILME NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: MICRO-ORGANISMOS ENVOLVIDOS E MÉTODOS DE CONTROLE

BIOFILM IN THE FOOD INDUSTRY: MICRO-ORGANISMS INVOLVED AND CONTROL METHODS

Flaviane Capobiango Bicalho Barbosa¹

Discente do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos
do IF Sudeste MG, Rio Pomba. Brasil.
<https://orcid.org/0009-0008-9166-3083>
flavecapobiango@yahoo.com.br

Aurélia Dornelas de Oliveira Martins¹

Docente do IF Sudeste MG, Rio Pomba. Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-0664-7492>
aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

¹Análise Formal, Conceituação, Curadoria de Dados, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição

Recebido: 22/06/2023. Parecer: 30/10/2023. Corrigido: 03/11/2023. Aprovado: 07/11/2023.
Publicado: 16/11/2023



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

RESUMO

Os biofilmes podem acarretar vários problemas em diversas áreas, principalmente na indústria alimentícia, já que sua colonização nas superfícies como aço inoxidável, polietileno, polipropileno, podem contaminar produtos, causando sua deterioração, além de possibilitar diversas doenças transmitidas por alimentos. A formação de biofilme pode ocorrer em diferentes tipos de superfícies e pode envolver diversos micro-organismos. Práticas adequadas de higienização na indústria de alimentos são fundamentais para manter medidas seguras de preservação da qualidade dos alimentos. Portanto, o presente estudo objetiva realizar levantamento bibliográfico para explicar a formação e

caracterização de biofilmes, ressaltando sua importância na indústria de alimentos e os métodos de prevenção de biofilmes disponíveis. Pode-se observar a necessidade de novas tecnologias no controle e erradicação de Biofilmes.

Palavras-chave: Contaminação. Sanitização. Segurança dos alimentos.

ABSTRACT

Biofilms can cause several problems in different areas, especially in food, as their colonization on surfaces in industries such as stainless steel, polyethylene, polypropylene, can contaminate products, causing their deterioration, in addition to making various food-borne diseases possible. Biofilm formation can occur on different types of surfaces and can involve

different microorganisms. Adequate hygiene practices in the food industry are essential to maintain safe measures to preserve food quality. Therefore, the present study aims to carry out a bibliographical survey to explain the formation and characterization of biofilms, highlighting the importance in the food industry and the available biofilm prevention methods. The need for new technologies in the control and eradication of Biofilms can be observed.

Keywords: Contamination. Sanitation. Food safety.

1 INTRODUÇÃO

Biofilmes são ecossistemas complexos, que apresentam um ponto fixo de contaminação e se alastram no ambiente industrial, principalmente quando os protocolos de higiene e limpeza são negligenciados (RODOVALHO; ANDRADE, 2021).

O termo biofilme descreve a forma de vida microbiana séssil, caracterizada pela adesão de microrganismos a alguma superfície e com a produção de substâncias poliméricas extracelulares. Nas indústrias de alimentos, a formação de biofilmes resulta em graves problemas como a contaminação do alimento, comprometendo a qualidade final do produto e a saúde do consumidor (COSTA *et al.*, 2016). Além disso o biofilme é uma estratégia comum empregada por bactérias para sobreviver em diversas condições ambientais adversas (MIAO *et al.*, 2019).

De acordo com Scherrer e Marcon (2016), as superfícies comumente utilizadas no processamento de alimentos, tais como aço inoxidável, polietileno, polipropileno, policarbonato, aço-carbono, madeira, teflon e vidro permitem o crescimento microbiano, podendo originar processos de adesão bacteriana e surgimento de biofilmes.

O biofilme pode ocorrer em superfícies constituídas por diversos materiais, sendo essenciais práticas rigorosas para implementar medidas seguras e eficazes de preservação da qualidade dos alimentos e da sanitização no âmbito industrial (RODOVALHO, ANDRADE, 2021).

Diante do exposto, o presente estudo pretende apresentar uma revisão bibliográfica sobre biofilme na indústria de alimentos. O objetivo desta revisão é conectar identificar as causas do surgimento e os efeitos dos Biofilmes, bem como sua erradicação.

2 METODOLOGIA

Trata-se de revisão de literatura realizada em duas etapas: a busca dos artigos, que se iniciaram em Agosto de 2022 e se estenderam até Dezembro do mesmo ano e a seleção das publicações, segundo os critérios de inclusão e exclusão.

A primeira etapa foi iniciada com a seleção dos descritores, na segunda etapa, foram incluídas publicações do tipo artigo com textos completos, nos idiomas português ou inglês, compreendidos no período de 2015 a 2022, cujo tema principal correspondesse ao descritor ou palavra-chave utilizada. Foram excluídos os artigos que não pertenciam à área da Saúde e que, após análise criteriosa, não atendessem à demanda bibliográfica deste estudo.

Dessa forma, definiram-se os bancos de dados utilizados no estudo: Google Acadêmico, *Scielo* e Base Bireme.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Biofilmes na Indústria de alimentos

Biofilmes podem ser definidos como uma comunidade microbiana aderida a uma superfície e envolta por uma matriz viscosa composta de substâncias poliméricas extracelulares, produzidas pelos microrganismos presentes nessa comunidade. Células presentes no biofilme podem ser liberadas e constituírem importantes fontes de contaminação dos produtos, causando danos à qualidade e à segurança dos alimentos (OLIVEIRA, 2017; MURPHY *et al.*, 2016). Biofilmes, geralmente, são formados por duas ou mais espécies microbianas (YUAN *et al.*, 2019).

Os biofilmes também podem se formar rapidamente nas indústrias de alimentos e provocar infecções ou intoxicações relacionadas às substâncias produzidas pelas matrizes do biofilme (GALIÉ *et al.*, 2018).

A matriz extracelular é composta principalmente por polissacarídeos, como celulose, proteínas ou DNA exógeno. Esta matriz pode ser fixada em superfícies duras (equipamentos da indústria alimentícia, superfícies de transporte, distribuição e armazenamento, solo, etc.) ou em estruturas biológicas (vegetais, carne, ossos, frutas, etc.). A matriz extracelular tem função estrutural, sendo responsável pela forte persistência desses biofilmes na indústria de alimentos (FLEMMING *et al.*, 2016).

Bactérias que estão aderidas e fazem parte de um biofilme tendem a apresentar uma maior resistência aos sanitizantes e aos antimicrobianos, e se tornam uma fonte de contaminação constante (YIN *et al.*, 2018). Alguns microrganismos são entre 100 e 1000 vezes mais resistentes aos processos de limpeza do que as células planctônicas (COUGHLAN *et al.*, 2016).

Estratégias para superar a resistência bacteriana através da inibição da formação de biofilme ou remoção de biofilmes maduros são, portanto, necessárias. As estratégias de controle de biofilme empregadas na indústria de

alimentos são limpeza e desinfecção, seleção de material e pré-condicionamento de superfície, tratamento de plasma, ultrassonicação, etc. Embora sejam eficazes até certo ponto, ficam aquém do controle de biofilme (COUGHLAN *et al.*, 2016).

A eliminação do biofilme das instalações de processamento de alimentos representa um grande desafio na indústria de alimentos (SPERANZA; CORBO, 2017).

3.2 Microrganismos encontrados em Biofilmes na Indústria de Alimentos

Os biofilmes, além de serem responsáveis pela deterioração e surtos envolvendo alimentos, também são considerados responsáveis por danos aos equipamentos de processamento de alimentos, de modo que há necessidade de identificar todos os fatores que favorecem o seu desenvolvimento ou crescimento, tais como a superfície de fixação, os componentes da matriz alimentar, as condições ambientais, assim como as células bacterianas envolvidas (CARRASCOSA *et al.*, 2021).

Alguns exemplos de microrganismos na forma de biofilme (sésseis) encontrados na indústria de laticínios são: *Pseudomonas aeruginosas*, *Pseudomonas fragi*, *Pseudomonas fluorescens* e *Micrococcus* spp, podendo ser considerados microrganismos

deteriorantes. Como exemplos de alguns patógenos podem-se citar: *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Enterococcus faecium* (SANTOS, 2018).

Listaria monocytogenes é um patógeno de origem alimentar que contamina ambientes de processamento de alimentos e tende a formar biofilmes em equipamentos, utensílios, pisos e ralos, atingindo os produtos finais por contaminação cruzada. O controle de *L. monocytogenes* em indústrias de alimentos é um desafio, exigindo limpeza adequada e aplicação de procedimentos de sanitização para eliminar esse patógeno do ambiente de processamento de alimentos e garantir a segurança dos alimentos (CARMARGO *et al.*, 2017).

Essa complexidade, junto com a alta diversidade dos ambientes afetados e a variedade de espécies bacterianas colonizadoras, complica a erradicação do biofilme na indústria de alimentos (GALIÉ, 2018).

3.3 Como são formados os Biofilmes

De acordo com Andrade (2008), a dinâmica biológica, química e física do desenvolvimento do biofilme, normalmente segue uma sequência ordenada. O desenvolvimento do biofilme envolve as fases de adesão, crescimento celular, produção de polissacarídeos e

maturação, usualmente seguida de liberação de parte do biofilme da superfície.

Na fase inicial do processo são determinantes as propriedades superficiais (carga e hidrofobicidade) e a morfologia (rugosidade e porosidade) dos materiais. No entanto, outros fatores como a disponibilidade de nutrientes no meio envolvente, o pH, temperatura e concentração iónica do meio, a fase de crescimento das células bacterianas, a presença de estruturas celulares, como as substâncias poliméricas extracelulares e os flagelos influenciam também o processo de adesão (TEIXEIRA *et al.*, 2015).

Após a etapa de adesão, segue-se a formação do biofilme propriamente dito, uma vez que a adesão é irreversível. Ocorre também a formação do esqueleto, produção de exopolissacarídeo pelos microrganismos. Nesta fase o biofilme começa a ganhar forma seguido do seu amadurecimento. Os microrganismos podem se desprender e iniciar novamente todo o ciclo com a formação de um novo biofilme (CAPELLETTI, 2016).

Nessa etapa, existem algumas possíveis causas para que ocorra o desprendimento do biofilme como: alterações do ambiente externo, alterações internas do biofilme, podendo citar como principal, a degradação enzimática endógena (TONDO, 2019).

3.4 Métodos para controlar a formação de biofilme

Depois de formado o biofilme, sua eliminação se torna mais difícil, assim o ideal é impedir seu surgimento sendo essencial a verificação e o monitoramento das condições higiênico-sanitárias de equipamentos e utensílios utilizados no processamento (CARVALHO *et al.*, 2019). A não execução coerente das diluições ou a ausência da rotatividade periódica dos produtos a serem aplicados durante as etapas de higienização e a temperatura inadequada de produção podem ocasionar problemas como resistência de microrganismos e formação de biofilmes (MÜCKE, 2016).

O controle de biofilmes na indústria pode ser realizado por métodos físicos, químicos e biológicos, isoladamente ou em associações (BUIATTE, 2019).

3.4.1 Tratamentos Químicos

A limpeza química se destaca principalmente em relação aos métodos de limpeza de reservatório tradicional, pois por falta de acesso ao interior das tubulações de distribuição não há possibilidade da remoção por ação mecânica (ALMEIDA *et al.*, 2019).

Vale ressaltar que mesmo o emprego correto de sanitizantes conforme preconizado pelas legislações vigentes não garante a eliminação completa de

bactérias patogênicas. Muitas estirpes apresentam grande tolerância a diferentes agentes sanitizantes, da mesma forma que apresentam resistência a antibióticos (CAPITA *et al.*, 2019).

Portanto, os autores Carvalho *et al.*, (2019), afirmam ser necessário a implantação de programas para o autocontrole como boas práticas de fabricação; procedimento padrão de higiene operacional e até mesmo análises de perigos e pontos críticos de controle afim de prevenir o acúmulo de células microbianas ou biofilmes nas superfícies.

3.4.2 Ruptura Enzimática

As enzimas têm papel no direcionamento das células bacterianas dentro de um biofilme, porém a principal função das enzimas é degradar os componentes lipídicos, carboidratos e DNA da matriz extracelular, cortando as ligações entre as células e posteriormente separando-as, permitindo a rápida deterioração da matriz extracelular (BRIDIER *et al.*, 2015).

Os tipos de enzimas comumente empregados dependem da composição do biofilme que se está tentando erradicar e incluem proteases, celulasas, polissacarídeos de polimerases, alginatolases, dispersina B e DNAses (BRIDIER *et al.*, 2015; RASAMIRAVAKA *et al.*, 2015).

Outras enzimas, como amilases, celulasas, liases, glicosidasas (como dispersina B) e DNAses, como parte de detergentes industriais, são comumente usadas na indústria de alimentos, bem como para remover biofilmes (COUGHLAN *et al.*, 2016).

A inclusão de enzimas nos produtos de limpeza facilita a ruptura do biofilme, que protege os microrganismos, permitindo uma maior eficácia dos agentes de limpeza (CESARE *et al.*, 2019).

3.4.3 Revestimentos de aço em equipamentos

São utilizados nas indústrias de alimentos dois tipos de aço inoxidável, AISI 316 e AISI 304. Estes materiais apresentam alta resistência, ductilidade e dificultam a adesão microbiana, porém diferem quanto à composição da liga metálica (WANG; PALMER; BEESE, 2016).

As nanopartículas metálicas mais utilizadas como agente antibiofilme e antimicrobiano são as que possuem maior prevalência do óxido de ferro III (Fe_2O_3) e II (Fe_3O_4), fosfato de cálcio e de prata (PINHEIRO *et al.*, 2020).

3.4.4 Biossurfactantes

Biossurfactantes são compostos naturais, geralmente de origem microbiana, capazes de modificar as

características hidrofóbicas da superfície bacteriana. Isso altera as propriedades de adesão e capacidades de ligação a qualquer superfície. Uma dessas moléculas é a liquenisina, um lipopeptídeo não ribossomal cíclico produzido por *B. licheniformis*. Superfícies da indústria de alimentos podem ser tratadas com este biossurfactante, que pode diminuir a ligação de microrganismos e possível redução dos biofilmes (CORONEL-LEÓN *et al.*, 2016).

Os biossurfactantes podem interagir com a membrana plasmática, onde a inserção das caudas hidrofóbicas na membrana resulta na expansão lateral da folha superior da bicamada lipídica, desestabilizando a membrana. Já a inserção do anel peptídico causa ruptura transitória da membrana e formação de poros, levando a alterações de permeabilidade (BALLEZA, ALESSANDRINI e GARCÍA, 2019).

3.4.5 Bacteriófagos

Bacteriófagos são vírus capazes de infectar bactérias e eliminá-las. É possível observar a atuação desses na remoção de biofilmes, através da proliferação de bacteriófagos na superfície contaminada de acordo com estudos de Soutelino *et al.* (2021).

O aumento do uso de tratamento com bacteriófagos é determinado por sua

capacidade de lisar bactérias infectadas e mutantes de bactérias resistentes, bem como pela alta especificidade dos fagos para bactérias específicas (WERNICKI *et al.*, 2017).

Os bacteriófagos são inimigos naturais das bactérias e, portanto, têm potencial para uso contra bactérias patogênicas e deteriorantes em alimentos, assim os fagos são extremamente específicos para seu hospedeiro bacteriano e essa especificidade é importante para uso no controle de espécies bacterianas indesejáveis em alimentos (ENDERSEN *et al.*, 2014).

3.4.6 Bacteriocinas

O uso de bacteriocinas na indústria de alimentos é útil para prevenir a formação de biofilme em diferentes superfícies. Esses antimicrobianos também podem estender o prazo de validade de um determinado alimento, protegem contra alterações durante a refrigeração, diminuem a deterioração dos alimentos, previnem a transmissão de patógenos de origem alimentar, diminuem as concentrações de conservantes químicos e reduzem o número de tratamentos de temperatura (GALIÉ, 2018).

Até o momento, a nisina é a única bacteriocina licenciada como conservante de alimentos. É utilizada em mais de 40 países, incluindo o Brasil. Nas últimas

décadas, a nisina foi amplamente utilizada como um biopreservativo alimentar (SHIN *et al.*, 2016).

O controle de bactérias em biofilmes é muito difícil de ser feito por antibióticos convencionais, portanto o uso de bacteriocinas tem sido promissor para esse fim (MATHUR *et al.*, 2017).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os biofilmes tornaram-se uma grande preocupação da microbiologia ambiental na indústria alimentícia nos últimos anos, ganhando destaque devido ao potencial de contaminação de alimentos. São responsáveis por mais de 20% dos casos de intoxicação alimentar, além de serem até mil vezes mais resistentes do que seus equivalentes planctônicos.

O controle de biofilme na indústria alimentícia é um grande desafio para o fornecimento de produtos que não representem riscos à saúde do consumidor, portanto, métodos alternativos de controle de biofilmes devem ser estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. N. **Higienização na indústria de alimentos: avaliação e controle de adesão e formação de biofilmes bacterianos.** São Paulo, Varela, 2008. 412p.
- ALMEIDA C. J.; ULYSSES A.R.; DAMIÃO F. A.; MELO K. C. Controle do Biofilme em reservatórios e tubulações de água potável. **Atas de Saúde. Revistas eletrônicas**, v.7, p. 1-15. 2019.
- BALLEZA, D.; ALESSANDRINI, A.; GARCÍA, M. J. BELTRÁN. Role of lipid composition, physicochemical interactions, and membrane mechanics in the molecular actions of microbial cyclic lipopeptides. **The Journal of membrane biology**, v. 252, n.2, p. 131-157. 2019.
- BRIDIER, A.; SANCHEZ-VIZUETE, P.; GUILBAUD, M.; PIARD, J.C.; NAITALI, M.; BRIANDET, R. Biofilm associated persistence of food-borne pathogenes. **Microbiology Alimentar**, v. 45, p. 167-178. 2015.
- BUIATTE, ANA BEATRIZ GARCEZ; PATRÍCIA LOPES ANDRADE. Biofilmes de *Campylobacter* spp. Enciclopédia Biosfera. **Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v.16, n.30. 2019.
- CARRASCOSA, C.; RAHEEM, D.; RAMOS, F.; SARAIVA, A.; RAPOSO, A. Microbial Biofilms in the Food Industry—A Comprehensive Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 4. 2021.
- CARVALHO, A. C. P.; RIBEIRO R. A. C. ZAGO S.; BONNAS D. S. Formação e resistência do biofilme microbiano em indústrias processadoras de alimentos. Enciclopédia biosfera. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.16, n.30. 2019.
- CAMARGO, A. C.; WOODWARD J. J.; RUBEN C. D.; NERO L.A. *Listeria monocytogenes* in Food-Processing Facilities, Food Contamination, and Human Listeriosis: The Brazilian Scenario. **Foodborne Pathog**, v. 14, p. 623-636. 2017.
- CAPELLETTI, R. V. **Avaliação da atividade de biocidas em biofilmes**

formados a partir de fluido de corte utilizado na usinagem de metais. 2016. Dissertação Mestrado em Engenharia Química. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2016.

CAPITA, R.; FERNÁNDEZ-PÉREZ, S.; BUZÓN-DURÁN, L.; ALONSO-CALLEJA, C. Effect of sodium hypochlorite and benzalkonium chloride on the structural parameters of the biofilms formed by ten *Salmonella enterica* serotypes. **Pathogens**, v. 8, p. 1-14. 2019.

CESARE, A. D.; CASELLI, E.; LUCCHI, A.; SALA, C.; PARISI, A.; MANFREDA, G.; MAZZACANE, S. Impact of a probiotic-based cleaning product on the microbiological profile of broiler litters and chicken caeca microbiota. **Poultry Science**, v. 98, n. 9, p. 3602-3610. 2019.

CORONEL-LEÓN, J.; MARQUÉS, A. M.; BASTIDA, J.; MANRESA, A. Optimizing the production of the biosurfactant lichenysin and its application in biofilm control. **Journal of Applied Microbiology**, v. 120, p. 99-111. 2016.

COSTA K. A.D.; FERENZ M.; SILVEIRA S. M; MILLEZI A. F. Formação de biofilmes bacterianos em diferentes superfícies de indústrias de alimentos. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 71, n. 2, p. 75-82. 2016.

COUGHLAN, M.L.; COTTER P. D.; HILL C.; ORDONEZ A. A. New Weapons to fight old enemies: Novel strategies for the (Bio) control of bacterial biofilms in the food industry. **Front Microbiology**, v.7, p. 1-21. 2016.

ENDERSEN, L.; O'MAHONY, J.; HILL, C.; ROSS, R.P.; MCAULIFFE, O.; COFFEY A. Phage Therapy in the Food Industry. **Food Science and Technology**, v. 5, p. 327-349. 2014.

FLEMMING, H.; WINGENDER J., SZEWZYK U., STEIBERG P., RICE S. A.,

KJELLEBERG S. Biofilms: an emergent form of bacterial life. **Natures Reviews Microbiology**, v. 14, p. 563-575. 2016.

GALIÉ, S.; GUTIÉRREZ C. G.; MIGUELÉZ E.M.; VILLAR C.J.; LOMBÓ F.. Biofilms in the food industry: health aspects and control methods. **Frontiers in microbiology**, v. 9, p. 1-18. 2018.

MATHUR H.; FIELD D.; REA M.C.; COTTER P.D.; HILL C.; ROSS R.P. Bacteriocin-Antimicrobial Synergy: A Medical and Food Perspective. **Front Microbiology**, v. 8, p. 1-18. 2017.

MIAO, J.; LIN, S.; SOTEYOME, T.; PETERS B. M.; LI Y.; CHEN H.; SU J.; LI L.; LI B.; XU Z.; SHIRTLIFF M. E.; HARRO, J. M. Biofilm Formation of *Staphylococcus aureus* under Food Heat Processing Conditions: First Report on CML Production within Biofilm. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1. 2019.

MÜCKE, N. **Sensibilidade celular e de biofilme de *Enterococcus* sp. Aos desinfetantes de uso industrial.** 2016. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 73f. 2016.

MURPHY, M.F.; EDWARDS, T.; HOBBS, G.; SHEPHERD, J.; BEZOMBES, F. Acoustic vibration can enhance bacterial biofilm formation. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 122, p. 765-770. 2016.

OLIVEIRA, GABRIEL SILVA. **Biofilme multiespécie formado pela microbiota contaminante do leite cru.** 2017. Dissertação Mestrado em Microbiologia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 43f. 2017.

OLIVEIRA, K. P.; FARIA, A. C. S.; SILVA, D. P. A.; LISBOA, P. F.; COSTA, A. P.; KNACKFUSS, F. B. *Salmonella* spp. como agente causal em doenças transmitidas por alimentos e sua

importância na saúde pública: revisão. **PUBVET**, v. 14, n. 10, p. 1-9. 2020.

PINHEIRO J. C.; SILVA G. G.; ARAÚJO D. M.; COSTA M. S. O.; PAIVA D. F. F.; LIRA K. B. F. Aplicação da nanotecnologia no combate à doenças orais biofilme dependentes: Revisão de literatura. **RvA CBO**, v 9, N.1, p 26-29. 2020.

SANTOS, ALINE PEREIRA. **Fatores de risco que contribuem para a formação de Biofilme em Indústria de Laticínios**. Dissertação de Mestrado. 2018. Universidade Federal de Minas. Belo Horizonte. 37f. 2018.

SHIN J.M.; GWAK J.W.; KAMARAJAN P.; FENNO J.C.; RICKARD A.H.; KAPILA Y.L. Biomedical applications of nisin. **Journal App Microbiology**, v. 6, p. 1449-1465. 2016.

SPERANZA, B.;CORBO, M. R. **The impact of biofilms on food spoilage.The Microbiological Quality of Food**. Woodhead PublishingSeries em Food Science,Technology and Nutrition, cap 11, p. 259-282. 2017.

SCHERRER, J. V.; MARCON, L. D. N. Formação de biofilme e segurança dos alimentos em serviços de alimentação. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v. 7, n. 2, p. 91–99. 2016.

SOUTELINO M. E. M.; CONCEIÇÃO G. P.; ANDRÉ Y. S.; SILVA W. P.; PENNA A. C.G.; OLIVEIRA A. A. N.; COSTA C. M.; ROCHA R. S.; CRUZ A. G. Bacteriófagos na indústria de alimentos. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v.2, n.2. 2021.

RASAMIRAVAKA, T.; LABTANI, Q.; DUEZ, P.; JAZIRI E. M. The formation of biofilms by *Pseudomonas aeruginosa*: a review of the natural and synthetic compounds interfering with control

mechanisms. **BioMed research international**, v. 2015, p. 1-17. 2015.

RIBEIRO, K. X.; MARQUES D. S.; FREITAS, D. A. L.; SILVEIRA, L.O. **A importância da segurança alimentar em indústria de laticínios**. Academia do curso de nutrição da faculdade de Atenas. Núcleo Iniciação Científica. 10f. 2016.

RODOVALHO V. B.; ANDRADE P. L. Prevenção da formação de biofilme de salmonella na indústria alimentícia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18 n.38, p. 190-204. 2021.

TEXEIRA, P.; RODRIGUES D.; ROMEU M. J.; AZEREDO J. O impacto de biofilme microbiano na higiene e segurança alimentar. **Boletim de tecnologia**, p. 31-34. 2015.

TONDO, E.C.; BARTZ, S. **Microbiologia e sistemas de gestão da segurança de alimentos**. Porto Alegre, Sulina, 2ª edição. 407p. 2019.

WERNICKI A.; NOWACZEK A.; URBAN-CHMIEL R. Bacteriophage therapy to combat bacterial infections in poultry. **Virology Journal**, v. 14, p. 1-13. 2017.

WANG, Z.; PALMER, T. A.; BEESE, A. M. Effect of processing parameters on microstructure and tensile properties of austenitic stainless steel 304L made by directed energy deposition additive manufacturing. **Acta Materialia**, v. 110, p. 226–235. 2016.

YIN, B.; ZHU L.; ZHANG, Y.; DONG, P.; MAO, Y.; LIANG, R.; NIU L.; LUO X. The characterization of biofilm formation and detection of biofilm-related genes in *Salmonella* isolated from beef processing plants. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 15, n. 10, p. 660-667. 2018.

YUAN, L.; HANSEN, M. F.; RODER, H. L.; WANG, N.; BURMOLLE, M.; HE, G. Mixed-species biofilms in the food industry: Current knowledge and novel

control strategies. **Critical Reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 13, p. 1-18. 2019.